



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV MANAGEMENTU

INSTITUTE OF MANAGEMENT

**NÁVRH VÝROBY UNIVERZÁLNÍHO UPÍNACÍHO
PŘÍPRAVKU**

PROPOSAL FOR UNIVERSAL CLAMPING FIXTURE PRODUCTION

BAKALÁŘSKA PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Katarína Košútová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Doc. Ing. Josef Sedlák, Ph.D.

BRNO 2017

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav managementu
Studentka: **Katarína Košútová**
Studijní program: Ekonomika a management
Studijní obor: Ekonomika a procesní management
Vedoucí práce: **doc. Ing. Josef Sedlák, Ph.D.**
Akademický rok: 2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

Návrh výroby univerzálního upínacího přípravku

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod

Vymezení problému a cíle práce

Teoretická východiska práce (charakteristika technologie třískového obrábění a tepelného zpracování)

Praktická část (návrh, konstrukce, výroba a sestavení univerzálního upínacího přípravku)

Technicko-ekonomické zhodnocení

Závěr

Seznam použité literatury

Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Cílem bakalářské práce bude návrh a výroba univerzálního upínacího přípravku v podmínkách malé domácí dílny. Součástí práce bude popis a rozbor výroby jednotlivých součástí svěráku (technologie třískového obrábění a tepelného zpracování). Práce bude ukončena technicko-ekonomickým zhodnocením s rozбором navržené varianty výroby a celkovým posouzením aplikované technologie při výrobě.

Základní literární prameny:

FOREJT, M., PÍŠKA, M. Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1. vydání. Brno: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, s.r.o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.

HUMÁR, A. Materiály pro řezné nástroje. 1. vyd. Praha: MM publishing, s.r.o., 2008. 235 s. ISBN 978-80-254-2250-2.

KOCMAN, K., PROKOP, J. Technologie obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, 2002. 270 s. ISBN 80-21-1996-2.

LEINVEBER, J., ŘASA, J., VÁVRA, P. Strojnické tabulky. 3. vyd. Praha: Scientia, s. r. o., 2000. 986 s. ISBN 80-7183-164-6.

PÍŠKA, M. a kolektiv. Speciální technologie obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, 2009. 246 s. ISBN 978-8-214-4025-8.

ŠTULPA, M. CNC obráběcí stroje. 2. dotisk 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2008. 128 s. ISBN 978-80-7300-207-7.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17

V Brně dne 28.2.2017

L. S.

doc. Ing. Robert Zich, Ph.D.
ředitel

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Bakalárska práca sa zaoberá návrhom, výrobou a montážou univerzálneho upínacieho prípravku určeného pre malú domácu dielňu. Práca je rozdelená do celkov, ktoré na seba nadväzujú. V rámci teórie boli popísané technológie trieskového obrábania. Obsahom praktickej časti bol návrh jednotlivých dielov univerzálneho upínacieho prípravku v papierovej forme, v parametrickom modelári SolidWorks, výroba a montáž. V poslednej časti bakalárskej práce prebehlo technicko-ekonomické zhodnotenie a porovnanie výroby.

Abstract

Bachelor thesis deals with the production concept of universal fixture designed for a small beamhouse. The thesis is divided into parts which follow each other. The thesis describes the machining technology. The practical part includes the production concept of a universal fixture in paper form made in parametric modeling program called SolidWorks. In the end of practical part is a production of universal fixture and assembly. The last part contains a technical-economic evaluation and comparison of production.

Kľúčové slová

obrábanie, frézovanie, sústruženie, obrobok, upínací prípravok, nástroj

Key words

machining, milling, turning, workpiece, fixture, tool

Bibliografická citace

KOŠÚTOVÁ, K. *Návrh výroby univerzálního upínacího přípravku*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2017. 69 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Josef Sedlák, Ph.D..

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval/a jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil/a autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 26. května 2017

.....

podpis studenta

Pod'akovanie

Moja veľká vďaka patrí hlavne pánovi doc. Ing. Josefovi Sedlákovi, Ph.D., za vedenie mojej bakalárskej práce, za ochotu mi pomáhať, usmerňovanie a venovaný čas. Ďalej by som chcela veľmi pekne poďakovať kolektívu SOŠ Technická Námestovo a pánovi Pavlovi Svobodovi za pomoc pri praktickej časti bakalárskej práce. V neposlednom rade veľké ďakujem patrí mojej rodine, priateľom a spolužiakom, ktorí ma podporovali a dodávali mi energiu a inšpiráciu k písaniu.

OBSAH

ÚVOD	9
1 VYMEDZENIE PROBLÉMU A CIELE PRÁCE	11
2 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ PRÁCE	12
2.1 Základné pojmy obrábacieho procesu.....	12
2.1.1 Technológia obrábania.....	12
2.1.2 Základné metódy obrábania.....	15
2.1.3 Utváranie triesky v obrábacom procese.....	15
2.2 Technológia obrábania – sústruženie	16
2.2.1 Rezanie závitov sústružníckymi závitovými nožmi	18
2.3 Technológia obrábania – frézovanie	20
2.4 Technológia obrábania – vŕtanie.....	22
2.4.1 Vŕtanie dier s presnými rozstupmi.....	23
2.5 Univerzálne prípravky.....	24
2.5.1 Použitie prípravkov	24
2.5.2 Konštrukcia prípravkov	25
2.6 Technológia obrábania – brúsenie	25
2.6.1 Brúsiace nástroje.....	26
2.7 Tepelné spracovanie.....	26
2.8 Povrchová úprava.....	27
3 PRAKTICKÁ ČASŤ	29
3.1 Papierový návrh prípravku.....	29
3.2 Návrhová časť – program SolidWorks	33
3.2.1 2D modelovanie univerzálneho upínacieho prípravku	34
3.2.2 Objemové modelovanie univerzálneho upínacieho prípravku	36
3.3 Výroba univerzálneho upínacieho prípravku	41

3.3.1	Obrábacie stroje použité na výrobu prototypu prípravku	41
3.3.2	Tepelné spracovanie čel'ustí.....	43
3.4	Montáž univerzálneho upínacieho prípravku	44
3.5	Aplikácia ochranného laku Baufix	48
3.5.1	Finálna podoba univerzálneho upínacieho prípravku	49
3.6	Návrhy na zlepšenie	49
4	Technicko – ekonomické zhodnotenie	50
4.1.1	Údaje potrebné výpočtu celkových nákladov na výrobu prípravku	50
4.1.2	Výpočet celkových nákladov na výrobu univerzálneho upínacieho prípravku	56
4.1.3	Porovnanie cien:	56
4.1.4	Finálne zhodnotenie:	58
	ZÁVER	59
	ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	61
	ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV	64
	ZOZNAM TABULIEK	65
	ZOZNAM GRAFOV	66
	ZOZNAM OBRÁZKOV	67
	ZOZNAM PRÍLOH	69

ÚVOD

Vývin technológií obrábania ide napred neuveriteľnou rýchlosťou. Je kladený veľký dôraz na presné a rýchle obrábanie za adekvátnu cenu. A tak ako napredujú dané technológie, je nutné, aby sa spolu s nimi vyvíjali i upínacie prípravky, ktoré ovplyvňujú dané požiadavky výroby. Upínacie prípravky majú široké spektrum použitia a ich funkciou je kvalitné, pevné a správne upevnenie súčiastky, od čoho závisí konečná presnosť rozmerov, kvalita povrch i tvar obrobku.

Nakoľko sú náklady na výrobu špeciálnych upínacích prípravkov vysoké, adekvátnou náhradou sú univerzálne upínacie prípravky. Pridanou hodnotou univerzálnych upínacích prípravkov je hlavne ich všestranné využitie v oblasti upínania, umiestnenia, nastavenia. Použitie upínacích prípravkov, či už špeciálnych alebo univerzálnych, je vo výrobe nutné a sú priam nenahraditeľnou súčasťou výrobných podnikov, dokonca i malých domácich dielní.

Dôvodom výberu témy bakalárskej práce bola potreba univerzálného upínacieho prípravku práve v domácej dielni, v ktorej nie je priestor pre veľké množstvo špeciálnych upínacích prípravkov. Adekvátna kvalita a špeciálne rozmery prispôsobené veľkosti stola v dielni sú hlavnou podmienkou pre výrobu daného prípravku.

Teoretická časť práce vysvetľuje a popisuje problematiku technológií obrábania, tepelného spracovania, prípravkov a povlakov.

Jadrom praktickej časti bude návrh, výroba a montáž špecifického univerzálného upínacieho prípravku určeného do domácej dielne. Prvé námety budú postupne navrhované na papier podľa požiadaviek majiteľa dielne pri plánovanej konzultácii navrhnuté a následne prevedené do elektronickej 3D podoby pomocou strojárenského 3D CAD programu, ktorý umožňuje objemové i plošné modelovanie, taktiež i generovanie výkresov.

Výroba s využitím trieskových technológií obrábania: sústruženie, frézovanie, vŕtanie, brúsenie či využitie závitníkov bude prebiehať v dielňach Stredne odbornej školy Technickej v Námestove a vo výukovom laboratórií technológií obrábania na Fakulte strojníh inžinýrství, Vysokého učení technického v Brne. Montáž a nanášanie ochranného laku sa plánujú vykonávať v prostredí domácej dielne. Výroba univerzálného upínacieho prípravku, použité technológie i výber materiálu na výrobu budú riadené pravidlami

určenými normami a štandardmi, aby finálny prípravok spĺňal určité kvalitatívne podmienky.

V závere práce bude realizované technicko – ekonomické zhodnotenie výroby univerzálneho upínacieho prípravku. Výpočet ceny na jeho výrobu bude v tejto časti porovnaný s cenou získanou z ocenenia výroby firmou Metaltrim s. r. o. a na cenou e-shopu Verko. Táto časť bude zakončená percentuálnym porovnaním a konečným zhodnotením.

1 VYMEDZENIE PROBLÉMU A CIELE PRÁCE

V tejto časti bakalárskej práce je predstavený jej obsah, daná problematika a ciele práce

Bakalárska práca sa bude skladať z troch na seba nadväzujúcich častí. Teoretickej, praktickej časti a technicko – ekonomického zhodnotenia. V teoretickej časti sa nachádza oboznámenie s danou problematikou a použitými technológiami. Praktická časť bude obsahovať návrh výroby sa bude skladať z papierového návrhu. Ich prevedenie pomocou parametrického modelára Solidworks do 3D podoby. Praktická časť bude ďalej obsahovať zoznam strojov použitých na výrobu prípravku, nástrojov a súčiastok potrebných na jeho montáž.

Zakončenie práce bude obsahovať technicko – ekonomické zhodnotenie cien výroby univerzálneho upínacieho prípravku, potrebných materiálov či času na výrobu jednotlivých dielov.

Hlavným cieľom bakalárskej práce je navrhnuť, vyrobiť a zmontovať univerzálny upínací prípravok v špeciálnych rozmeroch a v kvalite, ktorý v domácej dielni chýba. Úlohou je čo najlepšie navrhnutie daného prípravku, ktorý bude do týchto priestorov vhodný a bude spĺňať svoj účel. Výrobou a aplikáciou zveráka sa má zvýšiť kvalita upínania rôznych polotovarov či súčastí (, ktorá je v tomto prípade veľmi nízka, nakoľko v dielni prípravok tohto vyhotovenia a parametrov chýba.

Čiastkové ciele:

- na základe konzultácie navrhnuť najvhodnejší upínací prípravok,
- nákup materiálu za výhodné ceny,
- vyhľadanie vhodných pracovísk s odbornými pracovníkmi.

2 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ PRÁCE

V nasledujúcej časti Bakalárskej práce sú uvedené teoretické podklady potrebné a využiteľné k vypracovaniu praktickej časti. Nachádza sa tu vysvetlenie a objasnenie technológií trieskového obrábania, tepelného spracovania i prípravkov a ich použitia.

2.1 Základné pojmy obrábacieho procesu

Technológia je vedný odbor, ktorý sa zaoberá aplikáciou poznatkov a zákonov odborov fyziky, chémie, či matematiky, pri zavádzaní, zdokonaľovaní, využívaní a optimalizácii nových perspektívnych vedeckých metód výrobných procesov vrátane ich optimalizácie a automatizácie (6, s. 7).

Tento názov pochádza z gréckeho slova techné – zručnosť, logus – náuka (6, s. 7).

2.1.1 Technológia obrábania

„Technológia obrábania ako vedný odbor študuje, skúma a analyzuje vzájomné súvislosti a faktory obrábacieho procesu ako integrálnej zložky výrobného procesu strojárnských súčastí.“ (1, s. 3)

Technológie obrábania sú v strojárnských technológiách veľmi dôležité technológie. Sú používané na výrobu nástrojov či kusov pre iné výrobné technológie, napr. strihanie, zváranie, tvárnenie, zlievanie i nekonvenčné metódy obrábania. Sú založené na špecifickom silovom pôsobení na obrábaný materiál nástrojom v tvare klinu. Doposiaľ sú tieto technológie najrozšírenejšou metódou spracovania hutných materiálov (9, s. 132).

Pri obrábaní je ubieraný prídavkový materiál, aby obrobok dostal požadovaný tvar predpísanej presnosti. Niektoré súčasti sa musia obrobiť niekoľkými rôznymi pracovnými spôsobmi aby bola dosiahnutá požadovaná presnosť (2, s. 5).

Obrábané a vyrábané obrobky sú rôznorodé. Všeobecne povedané, môžu byť klasifikované ako: hriadele, rukávy, disky, boxy a iné špeciálne typy. Každý z týchto obrobkov má iný tvar, veľkosť a materiál (4, s. 3).

Vzhľadom na obrábané tvary, je možné všetky typy obrobkov ako celok, všeobecne rozdeliť do 4 kategórií: povrch, diera, vlákno (niť), drážka (4, s. 3).

Technologické charakteristiky obrábacieho procesu

Pri obrábaní sú oddeľované častice materiálu obrobku reznou hranou nástroja. Vlastný proces fyzikálne-mechanického oddeľovania materiálu obrobku je špecifikovaný ako rezanie, respektíve rezný proces (6, s. 7).

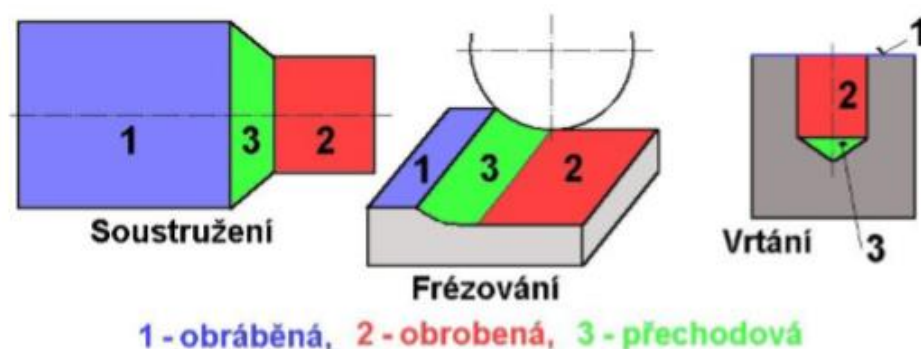
V závislosti na spôsobe oddeľovania materiálu je rozlíšený proces na: rezný proces kontinuálny (sústruženie, vŕtanie, vyvŕtavanie), diskontinuálny (hobľovanie) a cyklický (frézovanie, brúsenie). Rezný proces prebieha za určitých rezných podmienok, ktoré sú súčasťou obrábacích podmienok (1, s. 3).

Proces obrábania prebieha v sústave stroj – nástroj – obrobok (13, s. 53).

Obrobok

Obrobok je objekt obrábacieho procesu a z geometrického hľadiska je charakterizovaný obrábanou, obrobenou a prechodovou plochou znázornených na obr. 1 (1, s. 3).

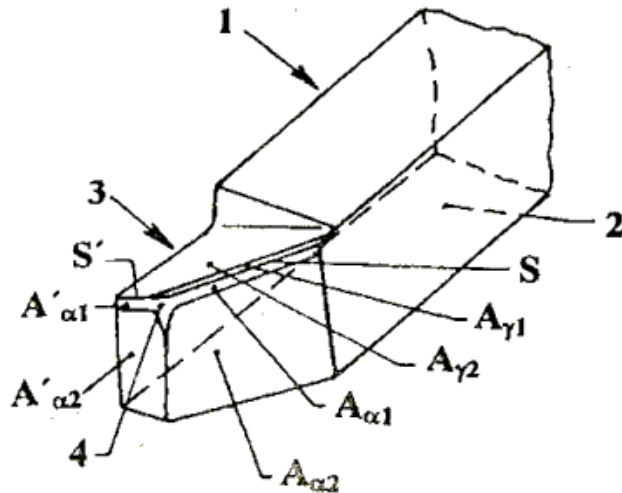
- **Obrábaná plocha** je plocha, ktorá má byť obrobená rezaním.
- **Obrobená plocha** je plocha, ktorá je získaná ako výsledok rezného procesu.
- **Prechodová plocha** je časť povrchu obrobku, ktorá je vytvorená pôsobením ostria nástroja behom zdvihu alebo otáčky buď nástroja alebo obrobku (6, s. 8).



Obr. 1: Základné plochy na obrobku (Prevzaté z 7, s. 6)

Nástroj

„Nástroj na vid' obr. 2 v interakcii s obrobkom umožňuje realizáciu rezného procesu. Z geometrického hľadiska je nástroj identifikovaný svojimi prvkami, plochami, ostriami, rozmermi ostrí.“ (1, s. 4)



Obr. 2: Ostrie a plochy na reznej časti sústružníckeho noža 1 – stopka; 2 – základňa; 3 – rezná časť; 4 – špička; S – nástrojové hlavné ostrie; S' – nástrojové vedľajšie ostrie; $A_{\gamma 1}$ – prvé hlavné čelo; $A_{\gamma 2}$ – druhé hlavné čelo; $A_{\alpha 1}$ – prvý hlavný chrbát; $A_{\alpha 2}$ – d (Prevzaté z 1, s. 4)

Teleso – na túto časť nástroja sú priamo vytvorené či upevnené elementy ostria (1, s. 6).

Stopka – jej použitie je na upnutie (1, s. 6).

Upínacia diera – súhrn vnútorných plôch, ktorý je určený pre nastavenie a upnutie nástroja (1, s. 6).

- **Rezná časť** – funkčná časť nástroja, ktorá sa skladá z prvkov tvoriacich triesku, patrí tu hlavne ostrie, chrbát a čelo. Ak máme viaczubý nástroj – každý zub má svoju reznú časť (6, s. 8).
- **Rezná hrana** – čelom a chrbtom nástroja ohraničený prvok reznej časti nástroja. Môže byť spojený s hlavným aj vedľajším ostrím (6, s. 8).
- **Základňa** – tento plochý prvok stopky nástroja je spravidla rovnobežný alebo kolmý k základnej rovine nástroja. Nie každý nástroj má jasne určenú rovinu nástroja (6, s. 8).

2.1.2 Základné metódy obrábania

- sústruženie,
- frézovanie,
- vŕtanie,
- vyhrubovanie,
- vystružovanie,
- zahlbovanie,
- preťahovanie a pretlačovanie (6, s. 101 – 120).

Abrazívne metódy obrábania a dokončovacie metódy

- brúsenie,
- honovanie,
- lapovanie,
- superfinišovanie (6, s. 121 – 142).

2.1.3 Utváranie triesky v obrábacom procese

Pri odoberaní triesky je potrebné si definovať podmienky. Dané podmienky rozhodujú o jej veľkosti a tvare. Utváranie triesky z veľkej časti ovplyvňuje obrábaný materiál. Triesky z kujných materiálov sú dlhé, z krehkých materiálov sa zasa delia (3, s. A6).

Základná definícia








Pri vytváraní triesky prechádza obrábaný materiál medzným stavom pružnej napätosti, plastickej deformácie i oddeľovaním častíc materiálu formou lomového porušenia (9, s 132).

Vysoká rýchlosť deformácie spôsobuje to, že tieto tri oddelené fyzikálne mechanizmy prebiehajú rýchlo a k oddeleniu časti triesky dochádza takmer v jednom časovom okamihu (9, s 132).

Základné tvary triesok

Tvar triesky je veľmi dôležitým činiteľom efektívneho a bezpečnostného obrábania a závisí na týchto faktoroch: vlastnosti obrábaného materiálu, nástrojová geometria, rezné podmienky (hlavne posuvná a rezná rýchlosť) a rozhranie trieska-nástroj (9, s. 148).

Nejednotnosť terminológie tvaru triesky je z dôvodu veľkej rôznorodosti tvaru triesok na obr. 3 (9, s. 148).

TVAR TRÍSEK		TVAR TRÍSEK	
	STUŽKOVÉ DLOUHÉ		SPIRÁLOVÉ PLOCHÉ
	STUŽKOVÉ SMOTANÉ		OBLOUKOVITÉ SPOJENÉ
	VINUTÉ DLOUHÉ		ELEMENTÁRNÍ
	VINUTÉ KRÁTKÉ		

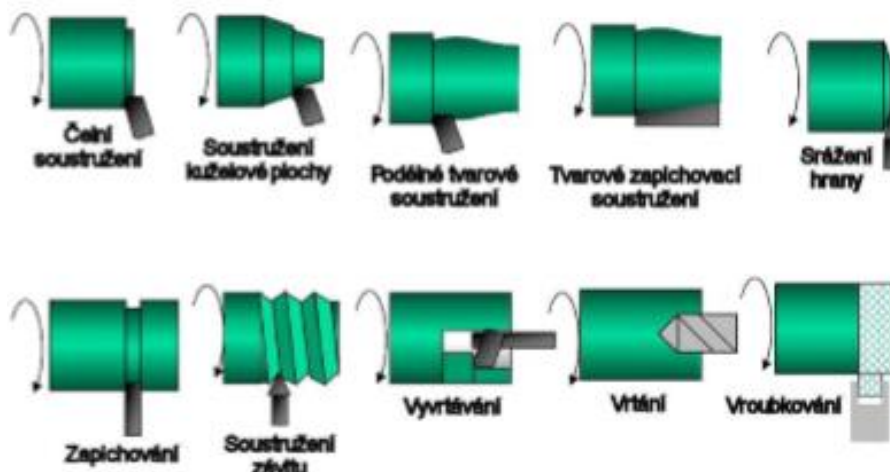
Obr. 3: Vybrané tvary triesok (Prevzaté z 7, s. 25)

S ohľadom na automatizáciu výrobných procesov, bezpečného obrábania, postačujúceho chladenia a narábania s trieskami je odporúčaná krátka a delená trieska (9, s. 148).

2.2 Technológia obrábania – sústruženie

Sústruženie, triesková obrábacia metóda, ktorá je používaná pre zhotovenie rotačných tvarov pri ktorých sa väčšinou používajú jednohranné nástroje rôzneho prevedenia. Základné operácie na sústruhu vid' obr. 4 (1, s. 100).

Sústruženie, je obecné povedané vytváranie valcovitých tvarov pomocou jedného bodu záberu nástroja s obrobkom a navyše nástroj väčšinou stojí na mieste a obrobok sa otáča. Jedná sa v mnoho ohľadoch o najjednoduchšiu metódu obrábania kovov s relatívne nekomplikovanými definíciami. (3, s. A 5).



Obr. 4: Základné operácie na sústruhu (Prevzaté z 7, s. 105)

Všeobecné sústruženie

Pri sústružení je hlavný pohyb do rezu otáčavý, ktorý vykonáva najčastejšie predmet (obrobok) a vedľajší do záberu je priamočiary, koná ho nástroj (nôž) a udáva sa v mm za 1 otáčku predmetu, teda obrobku (2, s. 5).

Rezné podmienky procesu sústruženia:

$$\text{Hlavný pohyb } v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \text{ [m.min}^{-1}\text{]} \text{ (prevzaté z 9, s 167).} \quad (1)$$

$$\text{Vedľajší pohyb } v_f = f \cdot n \text{ [mm.min}^{-1}\text{]} \text{ (prevzaté z 9, s 167).} \quad (2)$$

D – priemer obrobku v [mm], n - otáčky [min^{-1}], posuv na otáčku f (9, s 167).

V priebehu procesu obrábania (hlavne procesu sústruženia) sú obrábacie nástroje ovplyvňované rôznymi excitačnými (budivé) efektami. Napr. rezné rýchlosti, rezné sily, utváranie triesky, zlá pohyblivosť MTW (MTW – machine-tool-workpiece = stroj-nástroj-obrobok) (5).

Zákony sústruženia

Zákony sústruženia sú rozdelené na: kinematiku obrábania (1, s. 100), rezné podmienky (2, s. 9), utváranie triesky (3, s. A 6), delenie triesky (3, s. A 8) a rezné sily (1, s. 103).

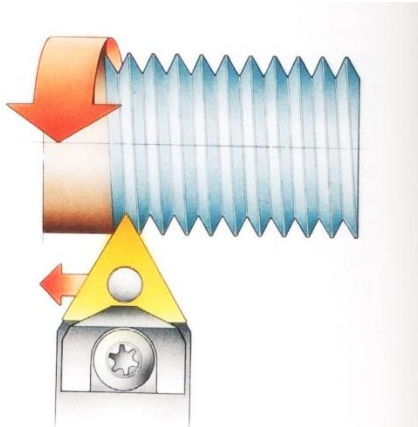
Základné typy sústruhov

- hrotové sústruhy (univerzálne a jednoduché),
- zvislé sústruhy (jednostojanové a dvojstojanové),
- čelné sústruhy,
- revolverové sústruhy (7, s 114 - 117).

2.2.1 Rezanie závitov sústružníckymi závitovými nožmi

Posuv závitového noža je pri rezaní závitov v smere osi obrobku. Tento posuv je vždy o jedno stúpanie na otočku (11, s. 32).

Závit je povrch plochy vytvorenej rovinnou čiarou, ktorá je navinutá vo skrutkovici na povrch valca či kužeľa na obr. 5 (22, s. 354).



Obr. 5: Rezanie závitov sústružníckym nožom (Prevzaté z 3, s. C 2)

Otáčanie obrobku je určené reznou rýchlosťou a závisí od materiálu i nástroja. Rezná rýchlosť a počet záberov sú určené z tabuliek a normatífov (11, str. 32 – 33).

Postup rezania závitov je nasledovný:

- upnutie a ustavenie obrobku a sústružníckeho noža,
- následne je na sústruh nastavená požadovaná hodnota stúpania závitov,
- kontrola nastavenia nástroja na vyššie spomínanú hodnotu stúpania závitov,
- posledným krokom je nastavenie stroja na požadovanú frekvenciu otáčania hriadeľa (11, s. 32-33).

Závitové nože

Závitové nože, ktoré sú používané na sústruženie závitov, sú rôznej konštrukcie a ich tvar a veľkosť sú normalizované. Uvádza ich norma ČSN 22 3300 (11, s. 33).

Závitníky

Rezanie vonkajších a vnútorných závitov je vykonávané aj pomocou vonkajších a vnútorných závitníkov. Tieto nástroje majú špirálovitý tvar a pretože je objem odoberaného materiálu malý, je možné túto operáciu vykonávať ručne. Vonkajšie závitníky pracujú obdobne ako vnútorné s rozdielom, že ich design je navrhnutý na rezanie vonkajších závitov (21, s. 44).

Rôzne závitníky vid' tab. 1 postupne vstupujú do diery a rotujú pomalou rýchlosťou. Vzájomný pohyb medzi vybraným bodom, reznou hranou nástroja a obrobkom je špirálovitý, tento pohyb je pohybom hlavným (21, s. 44).

Tab. 1: Závitníky (Zdroj: Prevzaté a upravené z 23, s. 415)

Názov	
Sadové	Ručné na metrický závit.
	Ručné na trubkový závit.
	Nástrčné na metrický a trubkový závit valcový.
Strojné	Na metrický závit krátke, so zosilnenou stopkou, s krčkom, s priechodnou stopkou.
	S dlhou stopkou s nepriebežnými drážkami, so skrutkovitými drážkami.
	Na trubkový závit.
	Na trubkový kužeľový závit.
Maticové	S dlhou závitovou časťou pre metrický a pre Whitworthov závit.
	S krátkou stopkou na metrický závit.
	S krátkou závitovou časťou a dlhou stopkou.
	Na lichobežníkový závit.
Tvarovacie	

2.3 Technológia obrábania – frézovanie

Novodobá technológia frézovania je veľmi univerzálnou metódou obrábania kovov. Spoľahlivosť, kvalitu a okrem všetkých bežných operácií aj obrábanie otvorov, dutín, povrchu i závitov, ktoré boli predtým sústružené, sú výsledkom vývinu technológie frézovania (3, s. D 5).

Proces frézovania

Pri tejto technológii obrábania je odoberaný materiál obrobku reznou hranou rotujúceho nástroja. Poväčšine je posuv vykonávaný súčasťou, prevažne v smere kolmom k ose nástroja. Posuvné pohyby sú pri moderných frézovacích strojoch plynule meniteľné a je možné ich realizovať vo všetkých smeroch (viacosé CNC frézky, obrábacie centrá). To, že rezný proces je prerušovaný spôsobuje, že každý zub frézy odrezáva triesky premennej hrúbky (1, s. 121).

Princíp obrábania kovov frézovaním spočíva v rotujúcom pohybe viachranového rezného nástroja, ten je posúvaný po dráhe okolo obrobku, v takmer ľubovoľnom smere, ktorá je dopredu naprogramovaná. Toto spôsobuje, že je frézovanie efektívnou i univerzálnou metódou obrábania (3, s. D 5).

K nastaveniu procesu frézovania je potrebné uviesť radu definícií, ktoré nám určujú dynamiku rotujúceho nástroja (3, s. D 6).

Rezné podmienky procesu frézovania:

$$\text{Hlavný pohyb } vc = \frac{\pi_z * D * n}{1000} [\text{m.min}^{-1}] \text{ (prevzaté z 9, s 171).} \quad (3)$$

D – priemer obrobku v [mm], n - otáčky [min^{-1}] (9, s 171).

$$\text{Vedľajší pohyb } vf = f_z * z * n [\text{mm.min}^{-1}] \text{ (prevzaté z 9, s 171).} \quad (4)$$

Hodnota posuvu na zub f_z [mm.zub], počet zubov z (9, s 171).

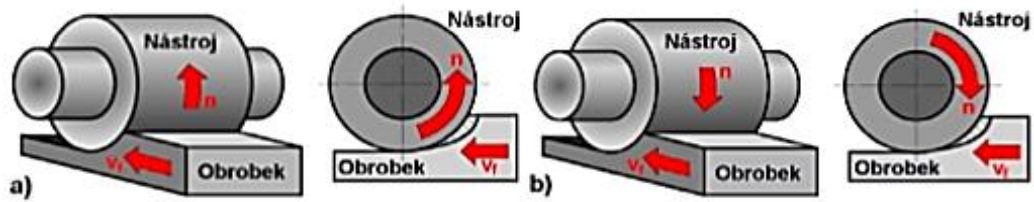
vc – rezná rýchlosť [m.min^{-1}], povrchová rýchlosť, ktorou rezná hrana obrába obrobok, n – otáčky vretena [min^{-1}]. (3, s. D 6).

vf – posuv za minútu, známy tiež ako posuv stola, stroja či rýchlosť posuvu [mm.min^{-1}] (3, s. D 7).

Základné typy frézovania:

- valcové frézovanie vid' obr. 5 – súbežné, protibežné a protismerné (9, s. 172).

- čelné frézovanie (9, s. 172).
- okružné a planétové (1, s. 121).



Obr. 6: Valcové frézovanie a) súbežné, b) protibežné (Prevzaté z 7, s. 119)

Základné typy frézok

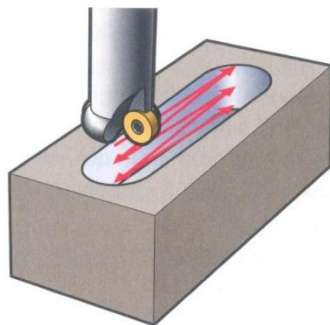
- konzolové frézky (vodorovné a zvislé),
- stolové frézky,
- rovinné frézky (7, s. 130 - 134).

Frézovanie uzavretej štrbiny

Rozlišujú sa tieto metódy:

- vŕtanie, potom vyfrézovanie plnej drážky,
- vŕtanie a následne ponorné frézovanie ,
- zahlbovanie vykonávané v dvoch osách zobrazené na obr. 7 (3, s. D 16).

V prípade, že je štrbina úzka či dlhá nastáva problém s vykonaním kruhovej interpolácie, vtedy sa obrába plná šírka štrbiny, a to u všetkých troch možností (3, s. D 16).



Obr. 7: Zahlbovanie v dvoch osách (Prevzaté z 3, s. D 16)

2.4 Technológia obrábania – vŕtanie

Vŕtanie je metóda obrábania, kde sa v obrobku obrábajú valcové diery pomocou kovoobrábacích nástrojov. Táto technológia obrábania súvisí s obrábacími procesmi ako napr. zahľbovanie, vyvŕtávanie i vŕtanie na jadro. Spoločnou charakteristikou týchto operácií hlavný pohyb, ktorý je rotačný v kombinácii s lineárnym posuvom. Vŕtajú sa krátke diery i dlhé diery. Pri dlhých sa používa špecializovaná metóda obrábania, nakoľko ich hĺbka niekoľkonásobne presahuje priemer (3, s. E 3).

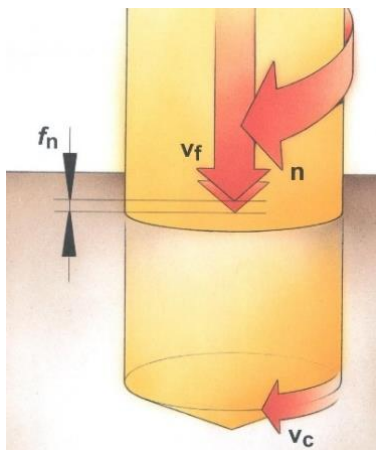
Rezné podmienky procesu vŕtania vid' obr. 8:

$$\text{Rezná rýchlosť } v_c = \frac{\pi \cdot D_c \cdot n}{1000} [\text{m} \cdot \text{min}^{-1}], \quad (5)$$

D_c – priemer vŕtáka, n – otáčky vretena (3, s. E 82 – E 83).

$$\text{Rýchlosť posuvu } v_f = f \cdot n [\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}], \quad (6)$$

f – posuv na otáčku (3, s. E 82 – E 83).



Obr. 8: Rezné podmienky procesu vŕtania (Prevzaté z 3, s. E 4)

Najpoužívanejšie je vŕtanie do plna, ktorého princíp spočíva vo vyvŕtaní diery do plného materiálu do určitej hĺbky, a to v jednej operácii. (3, s. E 3).

Technológiu vŕtania je možné v určitom smere prirovnať k procesom frézovania a sústruženia, no je tu veľký rozdiel v odoberaní triesky – nároky na jej lámanie a odvod pri vŕtaní značne problémové. Je tu obmedzenie vŕtanou dierou, ktorá čím je hlbšia, tým je odvod zložitejší (3, s. E 3).

„Hlavnými faktormi, ktorými sa diery popisujú z hľadiska obrábania, sú:

- priemer,
- hĺbka,
- kvalita,
- materiál,
- podmienky,
- spoľahlivosť,
- produktivita.“ (3, s. E 4)

2.4.1 Vrtanie dier s presnými rozstupmi

„Vrtanie dier s presnými rozstupmi je mimoriadne dôležité pri výrobe obrábacích, zväracích a montážnych prípravkov, lisovacích nástrojov, niektorých druhov meradiel a pod.“ (10, s. 7)

Vrtanie s orysovaním

Pri vrtaní na klasických typoch vrtacích strojov je povinný rozstup dier dodržiavaný rôznymi spôsobmi. Napr. pri orysovaní je použitá vrtacia šablóna, pomocný kalibrický valček a i (10, s. 7).

Aplikáciou vrtania s orysovaním sú stredy dier označované (od osi diery i od hrany materiálu) rysovacou ihlou na rysovacej doske po presnom zameraní. Nástroj použitý na označovanie je nazvaný jamkovač. V prípade, že sú vrtané malé diery, vrta sa priamo do jamky a pri dierach väčších rozmerov je potrebné dieru dopredu navrtáť a vrta sa až následne Obr. (10, s 7).

Pri tomto spôsobe vrtaní dier je použitý krížový stôl, napr. samostatný. Na dokonale čistú upínaciu plochu základovej platne či na upínaciu rovinu kockového alebo sklopeného stola radiálnej vrtačky je upínanie podľa veľkosti a tvaru obrobku (10, s 17).

2.5 Univerzálne prípravky

Z dôvodu, že prípravky na upínanie súčastí, ktoré majú obecný tvar, sú nákladné, je snaha ich nahradiť univerzálnymi prípravkami (4, s. 51).

Veľmi obťažné je to ale u sústružníckych prípravkoch. No i tam, kde sa striedajú rôzne súčasti rovnakého tvaru a veľkosti je to možné za pomoci vymeniteľných vložiek (4, s. 51).

Všeobecná definícia prípravkov

Či už ide o strojnú kusovú výrobu, ručnú, sériovú alebo hromadnú výrobu, ani jedna sa nezaobíde bez použitia prípravkov. Aby bol obrábaný predmet stále v správnej polohe k nástroju, nesmie sa poloha pôsobením síl meniť. Výkyvy polohy sú obmedzené tak, že predmet je na stroji upnutý (12, s. 13).

Taktiež je neodmysliteľné upnutie preto, aby sa zabránilo chveniu súčastí, ktoré spôsobuje nepresnosti pri jej výrobe. Pri voľbe spôsobu či druhu upnutia obrobku sú smerodajnými ukazovateľmi sily (hlavne rezná sila), ktoré má prípravok zachytiť. Niekedy jedna upínacia sila nestačí na to, aby bola tuhosť upnutia dodržaná, preto je k hlavnej sile upnutia pridaná i vedľajšia (pomocná) upínacia sila. Z dôvodu ťažkého obrobku, či za použitia síl v takom smere a zmysle, že nespôsobia narušenie upevnenia obrobku, zvláštne upínacie sily nie sú potrebné (12, s. 52 – 53).

Prípravok je možné definovať ako pomocné zariadenie určené na:

- presné ustavenie a pevné upnutie súčastí pri obrábaní,
- vzájomné pridržiavanie súčastí zostavovaní celku,
- vedenie nástroja (12, s. 13).

2.5.1 Použitie prípravkov

Prípravky zohrávajú veľkú rolu v zlepšovaní akosti výrobku, zväčšovaní pracovného výkonu a v určitých prípadoch je vykonávanie niektorých operácií bez použitia prípravkov nemožné. Vďaka vhodne navoleným prípravkom môžu pracovníci vykonávať prácu i na dvoch a viacerých strojoch (12, s. 14).

Napr. skľučovadlo s vymeniteľnými čeľusťami je možné používať v procese obrábania malých súčastí. Pre revolverové sústruhy so vzduchovým upínaním a pre hrotové sústruhy s ručným upínaním sú vhodné hlavne dvojčeľusťové skľučovadlá (4, s. 53 – 54).

Základnými upínacími prípravkami sú ručné a strojné zveráky (12, s. 13).

2.5.2 Konštrukcia prípravkov

Pri navrhovaní je nutné klásť dôraz na to, aby bolo zariadenie z funkčnej stránky spoľahlivé a aby ho bolo možné vyrobiť za pomoci zariadení, ktoré má napr. závod k dispozícii (12, s. 15).

Ak je prípravok hospodárny a presný, plní účel pre ktorý bol vyrobený. Súčiniteľ hospodárnosti musí byť väčší ako jedna, a to znamená, že náklady na obstaranie prípravku sú nižšie ako úspory, ktoré sú dosiahnuté prípravkom. V prvom rade závisí veľkosť úspor na úsporách získaných na jednom obrobku, a potom na úsporách získaných z celkového počtu obrábaných prípravkov (12, s. 15 – 16).

2.6 Technológia obrábania – brúsenie

Brúsenie je jednou z najstarších technológií obrábania, vývoj brúsenia začal z dôsledku narastajúcich požiadaviek na vysokú presnosť súčiastok (16, s. 348).

V dnešnej dobe je už brúsenie hlavne finálnym technologickým procesom, zaisťuje dôkladnosť a presnosť strojov, zariadení, správne rozmiestnenie zaťaženia strojových súčiastok, ich životnosť a kvalitu povrchu aj tvarovo náročných súčiastok (17, s. 7).

Princíp operácie brúsenia je v premiestňovaní materiálu rotovaním abrazívneho kolesa alebo pásu proti smeru jeho pohybu (18, s. 203).

Brúsenie sa používa v nasledujúcich prípadoch:

- ostrenie nástrojov,
- odoberanie materiálu, ktorý je ťažko obrábateľný inými technikami,
- dokončovanie a leštenie výtláčkov z kovu a vo vstrekaní z plastu,
- čistenie oddeľovacích čiar od odliatkov a výkovkov (18, s. 204).

Základom brúsenia je hromadné rýchlostné mikrorezanie veľmi jemnými zrnami brusiva povrchových vrstiev súčiastok, či iných telies. Rezné nástroje majú neurčitú geometriu reznej hrany. (17, s. 15).

Hĺbka prieniku abrazívnych zŕn do povrchu je rôzna z dôvodu, že na povrchu brúsneho kotúča sú zrná rozmiestnené rôzne a v rôznych vzdialenostiach (17, s. 17).

Technológia brúsenia skvalitňuje povrch súčiastok, a tie potom lepšie odolávajú opotrebeniu, únave či korózii, tým sa zvýši ich spoľahlivosť a životnosť mechanizmov. Toto všetko má kladný dôsledok na ekonomiku súčiastok, strojov i zariadení (17, s. 7).

2.6.1 Brúsiace nástroje

Brúsiace nástroje sú kompozitné materiály, ktoré sa skladajú z brusiva a pojiva. Zrnité brusivo, ktoré je tvrdé a odoberá triesku, pozostáva z umelého korundu či diamantu a pojivo býva plastové, keramické i kovové a brúsiacemu nástroju dodáva súdržnosť, pevnosť a húževnatosť (14, s. 191).

2.7 Tepelné spracovanie

Úlohou tepelného spracovania je meniť vlastnosti určitých kovových materiálov (trvalá zmena štruktúry a vlastností materiálu) žiadaným spôsobom. Spôsob takejto zmeny vlastnosti docieľuje v prvom rade tvrdosť materiálu, jeho pevnosť a opracovateľnosť (14, s. 180 – 182).

Žihanie

Žihanie je typ tepelného spracovania, ktoré postup je nasledovný:

- pomalé zahriatie,
- výdrž na žihacej teplote,
- pomalé ochladzovanie (14, s. 182).

Odstránenie nevhodného stavu štruktúry a opätovné vytvorenie prvotných vlastností súčasti, ktorým sa výrobou či spracovaním zhoršili vlastnosti, sú docielené žihami. Metódy tepelného spracovania sú známe viaceré a líšia sa výškou žihacích teplôt a dobou ich trvania (14, s. 182).

Metódy žihania:

- žihanie pre zníženie pnutia,
- rekryštalizačné žihanie,
- žihanie namätko,
- normalizačné žihanie,
- homogenizačné žihanie (14, s. 182).

Kalenie a zušľachtovanie

Najdôležitejšou funkciou tepelného spracovania nazvaného zušľachtovanie je nadobudnutie pevnosti a húževnatosti. Súčiastky tu získavajú tvrdosť i odolnosť voči poškodeniu, opotrebeniu (14, s 183).

Postup metódy kalenia a zušľachtovania:

- zahriatie a udržanie súčasti na určitej kaliacej teplote,
- prudké ochladenie, ponorenie súčasti do olejového alebo vodného kúpeľa,
- následne ohriatie súčasti na teplotu popúšťania a vychladnutie, pri zušľachtovaní sú teploty popúšťania vyššie (14, s 183).

2.8 Povrchová úprava

Na povrchu súčiastky sa časom začínajú objavovať určité javy, ktoré je treba ovplyvniť. Ovpływňovanie vlastností materiálu v povrchovej oblasti je vykonávané preto, že to má dopad na životnosť daných strojných súčastí. Javy, ktoré skracujú životnosť súčastí súvisia s oterom, výskytom trhlín a koróznymi účinkami (15, s. 294).

Podstata povrchových úprav spočíva v dosiahnutí požadovaného povrchu materiálu a vlastností, ktoré zabezpečia optimálnu a dlhodobú funkciu upravenej súčasti a nie je možné ich dosiahnuť len materiálom samotnej povrchovej vrstvy či samotným materiálom, z ktorej je vyrobená súčiastka (15, s. 294).

Sled krokov povrchovej úpravy:

- príprava a úprava povrchu súčiastky,
- určenie podmienok pre použiteľnosť materiálu,
- riadenie procesu povrchovej úpravy,
- udržiavanie ochrannnej vrstvy, povlaku (15, s. 294).

Povlaky

Povlaky, ktorú sú najrozšírenejším spôsobom ochrany kovových výrobkov proti korózii, sú neodmysliteľnou súčasťou finálneho vzhľadu z pohľadu estetiky výrobku (13, s. 31).

Pri nanášaní povlakov na prvotný povrch materiálu nastáva rozhranie s výraznou zmenou fyzikálne-mechanických a chemických vlastností. Zmeny spomínaných vlastností môžu spôsobiť problémy pri vytváraní a aplikácii povlakov. Napr. dochádza k zostatkovým pnutiam v oblasti medzi povlakom a podkladom. Povlak je od základného materiálu odlíšený chemickým zložením a štruktúrou (15, s. 294).

Povlaky spĺňajú aj tieto funkcie:

- izolácia základného materiálu od korózneho prostredia, povlaky musia byť preto súvislé a nepórovité, napr. povlaky z keramických smaltov, z plastov, atď.,
- ochrana základného materiálu, a to na základe elektrochemickej funkcie, napr. zinok, kadmium a hliník (13, s. 31).

3 PRAKTICKÁ ČASŤ

V nasledujúcej kapitole je predstavený návrh, výroba a montáž univerzálneho upínacieho prípravku. Podrobný popis navrhovania, využité stroje na výrobu a nástroje použité k montáži.

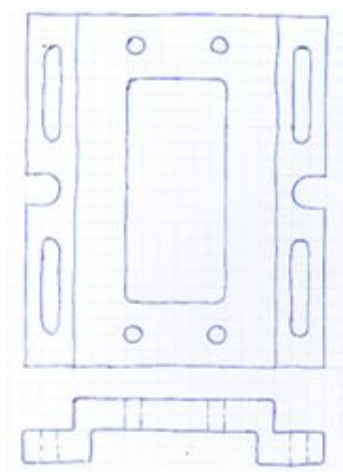
Návrhy boli vytvorené ručne na papier, ale aj v strojárenskom 3D software nazvanom SolidWorks.

3.1 Papierový návrh prípravku

Prvým návrhom predchádzali konzultácie s majiteľom dielne. Všetky parametre univerzálneho upínacieho prípravku boli prispôsobené potrebám a parametrom malej domácej dielne. Do úvahy boli brané všetky možné okolnosti, ako napr. materiál, ktorý bude upínaný, miesto, kde bude upínací prípravok pripevnený a i. Postupne sa konkrétne časti zakresľovali a ich vzhľad je nasledovný:

Návrh podstavy prípravku

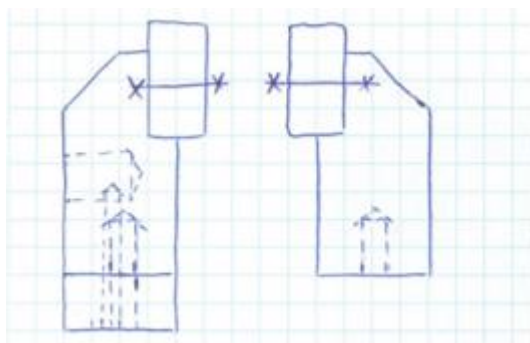
Podstava upínacieho prípravku vid' obr. 9 je základ. Vyrobená bola technológiou frézovania a bola prispôsobená pracovnému stolu, na ktorý sa pripevňuje, taktiež aj ostatným častiam prípravku ako napr. čeľustiam. Stredná časť podstavy bola preto vysunutá a bola v nej vyfrézovaná diera (drážka), po ktorej sa pohybuje posuvná čeľusť. Na podstave boli vyvŕtané štyri diery kruhového tvaru pre upnutie čeľusti a pomocnej podstavy a štyri diery po stranách slúžiace na upnutie prípravku k pracovnému stolu.



Obr. 9: Podstava - pohľad zhora a profil

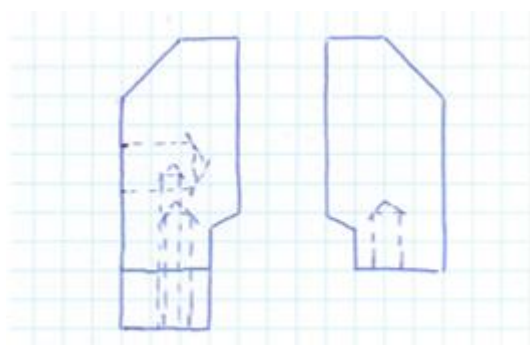
Návrhy čelustí prípravku

Variant A – s vymeniteľnými kalenými doštičkami upnutými skrutkami vid' obr. 10.



Obr. 10: Čeľusť s vymeniteľnými, kalenými doštičkami

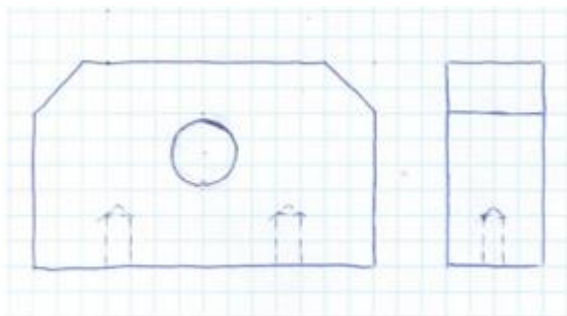
Variant B – vyfrézovanie do požadovaného tvaru a rozmeru, bez zakalenia vid' obr. 11.



Obr. 11: Čeľusť vyfrézovaná do požadovaného tvaru

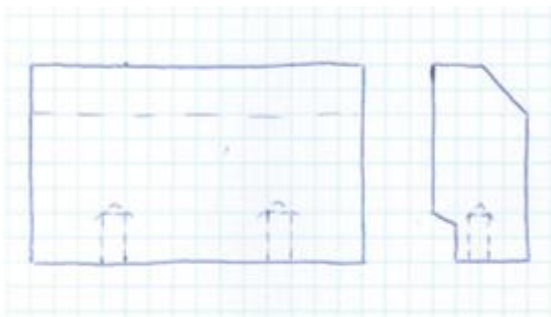
Z dôvodu jednoduchosti výroby, menšej časovej, materiálovej i cenovej náročnosti bol vybraný variant B vid' obr. 11. Základný tvar i závitý boli vyrobené odoberaním materiálu technológiou frézovania.

Pohľad na pomocnú podstavu vid' obr. 12.



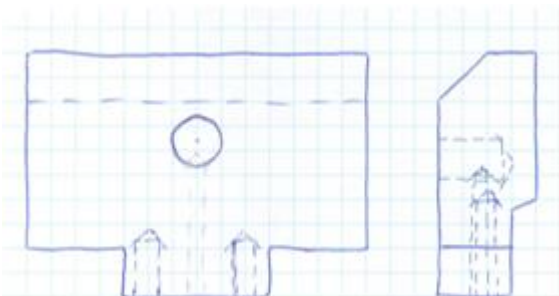
Obr. 12: Pomocná podstava

Pohľad na statickú čeľusť vid' obr. 13.



Obr. 13: Statická čeľusť

Pohľad na posuvnú čeľusť vid' obr. 14.

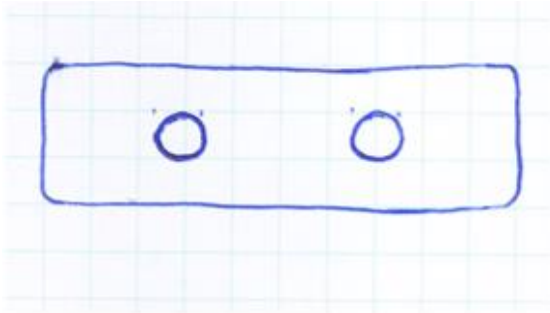


Obr. 14: Posuvná čeľusť

Čeľuste univerzálneho upínacieho prípravku a pomocná podstava boli taktiež vyrobené technológiami frézovania a vŕtania.

Úchyt posuvnej čeľuste (Podložka)

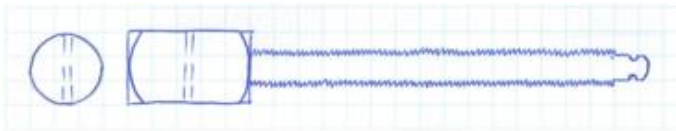
Úchyt bol vyfrézovaný na profil obdĺžnika a vyvrtané diery slúžia na uchytenie posuvnej čeľuste dvoma skrutkami vid' obr. 15.



Obr. 15: Úchyt posuvnej čeľuste

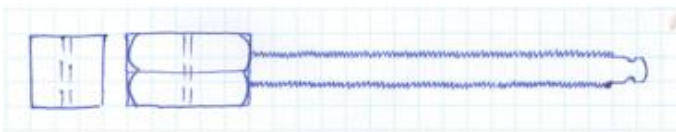
Návrh závitovej tyče

Variant A – oceľová tyč kruhová $\varnothing 17 \times 170$ mm vid' obr. 16.



Obr. 16: Závitová tyč A

Variant B – oceľová tyč štvorhranná plná, 18×18 , dĺžka 170 mm vid' obr. 17.



Obr. 17: Závitová tyč B

Variant C – šesťhranná tyč 17×170 mm vid' obr. 18.



Obr. 18: Závitová tyč C

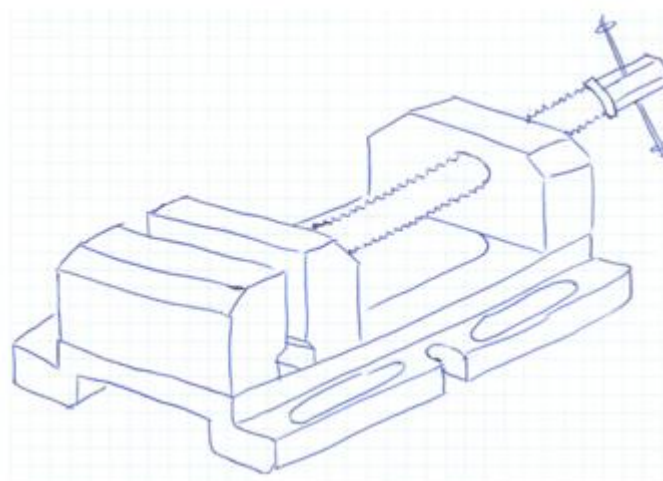
Po posúdení všetkých parametrov, tvaru, obrobiteľnosti a hlavne najjednoduchšieho používania bola najvhodnejšia variant C vid' obr. 18.

Závitová tyč bola po prehodnotení všetkých parametrov výroby nakoniec nakúpená.

Popis výroby varianty C: vstupný materiál – šesťhranná tyč s priemerom 17 x 170 mm, dĺžka závitú 120 mm a na špičke nakúpenej závitovej tyče bol sústruhom odobraný materiál na priemer 12 mm s dĺžkou 16 mm. Po celom obvode sa nachádza drážka, ktorá slúži na jej uchytenie kolíkom k čelusti vid' príloha 4.

Finálny návrh

Po navrhnutí jednotlivých častí bol zakreslený predpokladaný finálny vzhľad univerzálneho upínacieho prípravku je znázornený na obr. 19.



Obr. 19: Finálny návrh prípravku

3.2 Návrhová časť – program SolidWorks

SolidWorks – úspešný strojársky 3D CAD program, modelár, ktorý umožňuje objemové i plošné modelovanie. Taktiež je určený na prácu s rozsiahlymi zostavami a generovanie výrobných výkresov (24, s. 12).

Zámerom tohto návrhu a jeho obsahu bolo grafické zobrazenie potrebné k výrobe daných súčastí. Jednotlivé návrhy boli ukladané vo formáte .png.

Nakoľko modelovanie všetkých súčastí bolo na popis veľmi zdĺhavé, ako príklad modelovania bola zvolená podstava. Na tomto príklade boli popísané separátne kroky a nástroje použité k modelovaniu. Rozmery uvádzané v návrhu sa nestotožňujú s reálnymi rozmermi navrhovaných častí, sú použité len pre potrebu vysvetlenia navrhovania v programe.

Všetky namodelované súčasti vid' príloha 1. a 4.

Každá súčasť bola v prvom rade zakreslená dvojrozmerné – 2D. Následne, ako bola skica, *Sketch*, hotová, bol 2D návrh prevedený do 3D podoby.

3.2.1 2D modelovanie univerzálneho upínacieho prípravku

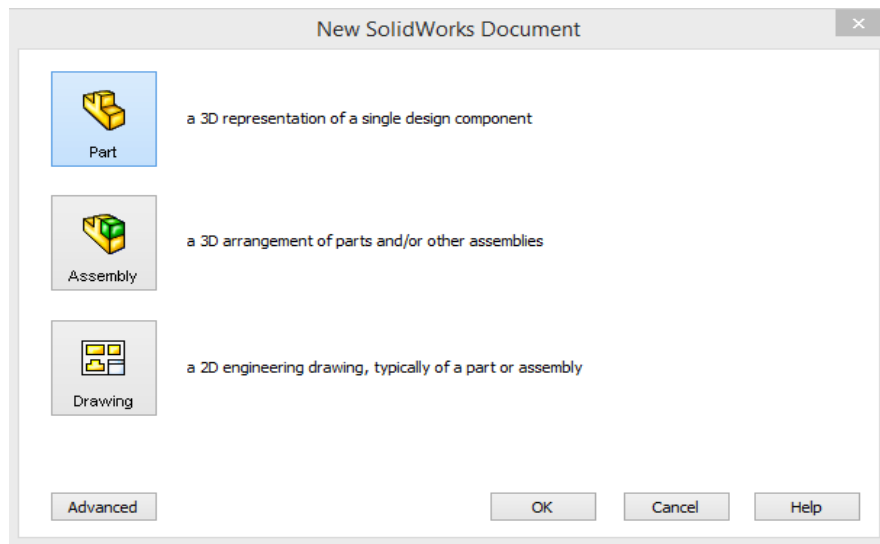
Navrhovanie v programe SolidWorks bolo zahájené výberom kolónky *New Document* vid' obr. 20.



Obr. 20: Úvodná strana programu (Zdroj: 25)

Po zakliknutí bola zobrazená ponuka vid' obr. 21, ktorá pozostáva z troch možností:

- *Part* (vybraná možnosť),
- *Assembly*,
- *Drawing*.



Obr. 21: Ponuka: New SolidWorks Document (Zdroj: 25)

V *Hlavnom menu* vid' obr. 22 rubriky *Sketch* sa objavila ponuka rysovacích rovín. Skladá sa z:

- *Front plane* (vybraná možnosť),
- *Top plane*,
- *Right plane*.

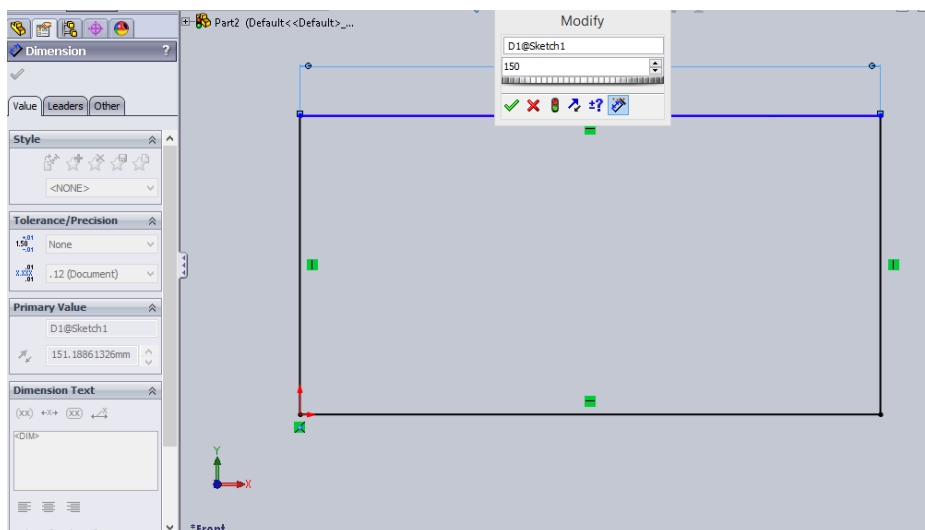


Obr. 22: Hlavné menu kategórie Sketch (Zdroj: 25)

Ďalším krokom bol výber nástroja na kreslenie čiar, konkrétne *Line* a bol načrtnutý základný tvar podstavy.

Pre presné rozmery bol použitý nástroj na kótovanie nazvaný *Smart Dimension*. Na základe tohto príkazu boli upravené rozmery do požadovaných veľkostí, napr. podľa výkresu, návrhu. Tento príkaz bol používaný naprieč celým navrhovaním.

Návrh skice bol ukončený príkazom *Exit Sketch* vid' obr. 23. Skica bola pripravená na prevedenie do 3D.



Obr. 23: Modelovanie a využívanie kót (Zdroj: 25)

3.2.2 Objemové modelovanie univerzálneho upínacieho prípravku

Pre prevedenie plošného 2D modelovania do modelovania objemového bol z menu vid' obr. 24 sekcie *Features* vybratý typ prevodu.

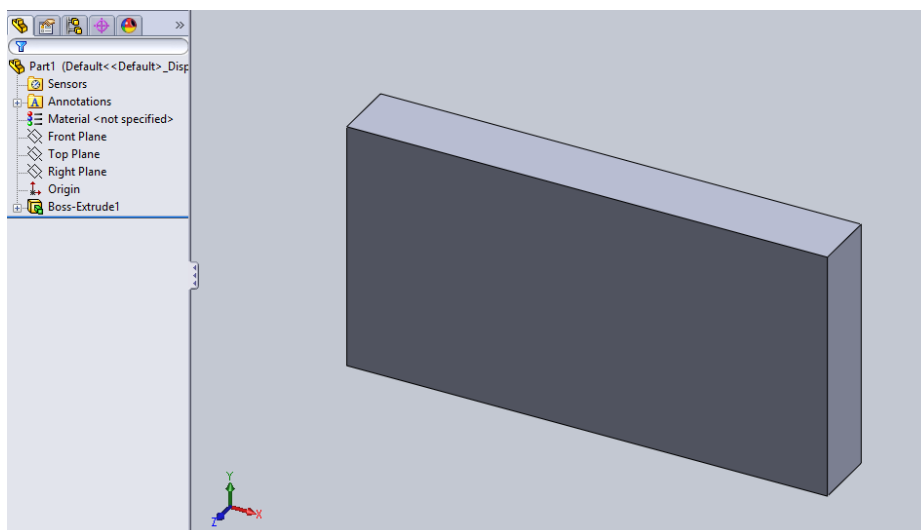


Obr. 24: Hlavné menu kategórie Features (Zdroj: 25)

V tomto programe sú dva typy prevedenia z 2D do 3D:

- pomocou príkazu *Revolved Boss/Base*,
- pomocou príkazu *Extrude Boss/Base*.

Pre toto prevedenie bol použitý príkaz *Extrude Boss/Base* vid' obr. 25.



Obr. 25: 3D súčasť (Zdroj: 25)

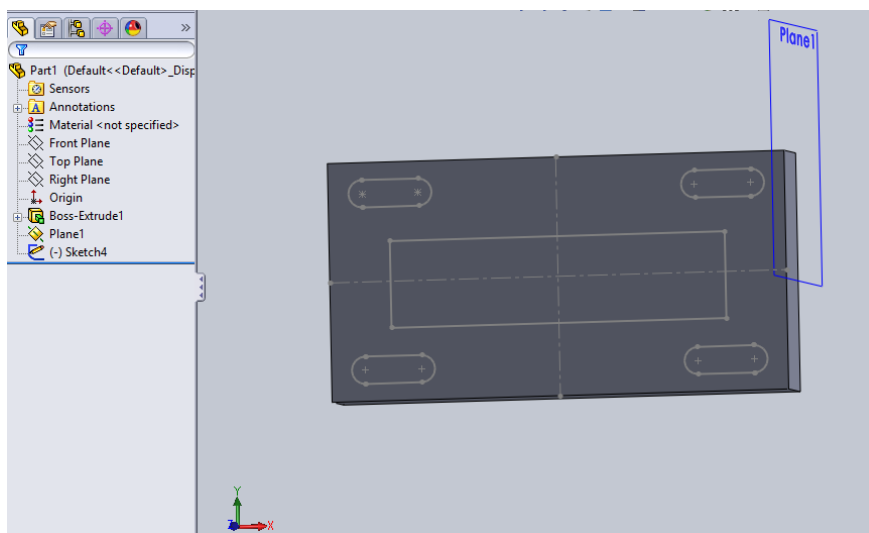
Nasledujúcim krokom bolo narysovanie bočných dier vid' obr. 26, potrebných k upnutiu univerzálneho upínacieho prípravku k stolu.

Boli narysované pomocou príkazov *Circle* a *Line*.

Prevyšujúce čiary, ktoré pri rysovaní vznikajú, boli odstránené príkazom *Trim entities*. Konkrétne *Trim to closest*.

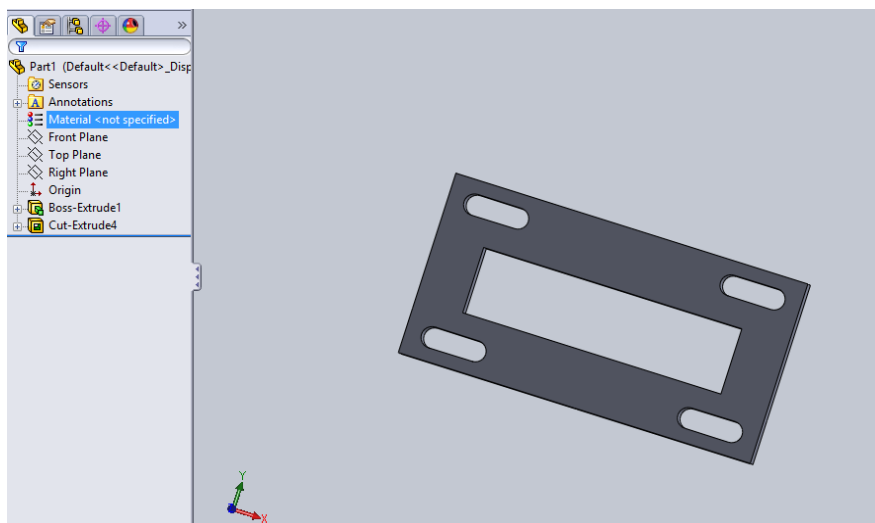
Pre urýchlenie rysovania vyššie spomínaných dier boli narysované pomocné osy, ktoré boli použité pri príkaze *Mirror Entities*, čiže zrkadlenie. Týmto príkazom bol vybraný tvar jednoducho a rýchlo prenesený do každého rohu súčasti. Zrkadlenie prebehlo pomocou horizontálnej a vertikálnej osi.

Stredová diera vid' obr. 26 bola navrhnutá pomocou príkazu *Corner Rectangle*.



Obr. 26: Diery pripravené na vyrezanie (Zdroj: 25)

Využitím príkazu *Cut Extrude* boli vyššie narysované tvary vyrezané do zvolenej hĺbky vid' obr. 27.



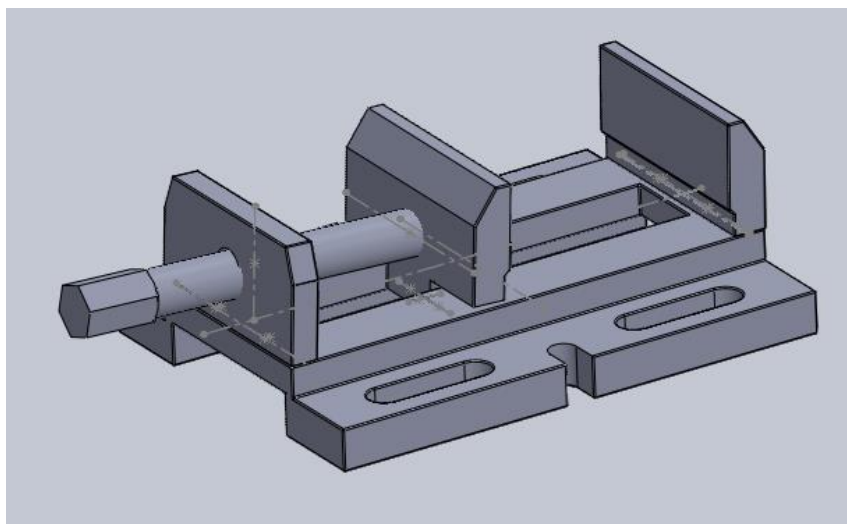
Obr. 27: Vyrezaná súčasť (Zdroj: 25)

Ďalší krok: otočením súčasti z predného profilu a využitím príkazu *Corner Rectangle* boli narysované posledné obdĺžniky. Ich vyrezanie dotvorilo finálny tvar podstavy univerzálneho upínacieho prípravku bola obr. 28.

Posledným krokom navrhovania bolo zaoblenie hrán. Za pomoci príkazov *Fillet* (vonkajšie hrany) a *Chamfer* (vnútorné hrany) .

Rovnakým spôsobom, použitými nástrojmi i postupom bola narysovaná každá časť univerzálneho upínacieho prípravku.

Pre spojenie jednotlivých súčastí do jedného prípravku vid' obr. 30 bola vybratá možnosť *Assembly*. Zlúčenie jednotlivých súčastí prebehlo pomocou príkazu *Mate*.



Obr. 30: Finálny vzhľad návrhu prípravku (Zdroj: 25)

3.3 Výroba univerzálneho upínacieho prípravku

Výroba univerzálneho upínacieho prípravku sa konala v dielňach Strednej odbornej školy Technickej v Námestove a v priestoroch VUT, Fakulty strojního inžinýrství, vo výukovom laboratóriu technológií obrábania.

Charakteristika materiálov použitých na výrobu sa nachádza v tab. 2. Obsahuje triedu, použitie a vlastnosti ocelí.

Tab. 2: Vlastnosti a použitie vybraných materiálov (Upravené podľa 22, s. 215 - 235)

Číselné označenie podľa ČSN	Trieda	Použitie a vlastnosti
11 373	11	Nelegovaná konštrukčná oceľ, tavná zvarateľnosť zaručená. Jednoduché, mierne namáhané, kované, lisované, za studena ohýbané súčiastky. Plechy na strojné konštrukcie, páky, skrutky, nity. Profilové materiály. Súčasti do 300 °C, mostné, žeriavové a stropné konštrukcie namáhané staticky a mierne dynamicky.
12 050	12	Nelegovaná konštrukčná oceľ z zušľacht'ovaniu a povrchovému kaleniu. Menej namáhané cementované súčasti, napr. piesty, puzdra, skrutky, vačkové hriadele, ozubené a vretenové kolesá, lisované súčiastky. Nástroje a meradlá (kalibre, frézy na drevo). Trúbky bezšvové a bezšvové presné.

3.3.1 Obrábacie stroje použité na výrobu prototypu prípravku

Základný tvar podstavy a čeľustí bol z polotovaru vyfrézovaný na frézke 6T12-1 od ruskej firmy Stankopoint v Námestove vid' obr. 33.



Obr. 31: Frézka 6T12-1 od ruskej firmy Stankopoint

Všetky ostatné operácie boli vykonané vo výukovom laboratóriu technológií obrábania za odbornej pomoci Pavla Svobodu.

Proces vŕtania a predvŕtavania bol organizovaný na univerzálnej frézke FNK 25, výrobca TOS Trenčín, a. s. vid' obr. 32.



Obr. 32: Frézka FNK 25

Pre sústruženie bol použitý univerzálny hrotový sústruh SV 18 RD. Výrobca TOS Trenčín, a. s. vid' obr. 31. Na danom obrábacom stroji bola sústružená drážka nakupovanej závitovej tyče vid' príloha 4.



Obr. 33: Sústruh SV 18 RD

Pre odstránenie nerovností je finálnou operáciou brúsenie. Prebiehalo na rovinnej brúske BRH 20 PR vid' obr. 34. Brúsené boli vrchné časti čelústí a celá podstava univerzálneho upínacieho prípravku.



Obr. 34: Brúska BRH 20 PR

3.3.2 Tepelné spracovanie čelústí

Po konzultácii s majiteľom domácej dielne a odborníkom výukového laboratória technológií obrábania bolo vyhodnotené, že tepelná úprava čelústí nie je v tomto prípade potrebná. Dôvodom je, že materiál, ktorý bude upínaný, túto úpravu nevyžaduje. Tvrdosť materiálu, z ktorého boli čeluste vyrobené je nateraz postačujúca.

3.4 Montáž univerzálneho upínacieho prípravku

Jednotlivé časti potrebné k montáži univerzálneho upínacieho prípravku vid' obr. 35, video z montáže vid' príloha 3. Zostava sa skladá z častí uvedených v tab. 3. V tabuľke je zobrazený prehľadný kusovník súčastí univerzálneho upínacieho prípravku. Zobrazené je taktiež obstaranie i materiály, z ktorých boli jednotlivé diely vyrobené.

Tab. 3: Kusovník univerzálneho upínacieho prípravku

Položka	Úroveň	Názov	Počet kusov	Materiál	Obstaranie
F1	1	Univerzálny upínací prípravok	1	11 373, 12 050	Výroba
D1	2	Podstava	1	11 373	Výroba
	3	Ochranný lak	-	-	Nákup
D2	2	Pomocná podstava	1	11 373	Výroba
	3	Ochranný lak	-	-	Nákup
D3	2	Posuvná čeľusť	1	12 050	Výroba
		Ochranný lak	-	-	Nákup
D4	2	Statická čeľusť	1	12 050	Výroba
	3	Ochranný lak	-	-	Nákup
D5	2	Úchyt posuvnej čeľuste (Podložka)	1	11 373	Výroba
	3	Ochranný lak	1	-	Nákup
D6	2	Závitová tyč M16	1	-	Nákup
D7	2	Skrutka M8	4	-	Nákup
D8	2	Skrutka M6	2	-	Nákup
D9	2	Kolík M5	1	-	Nákup



Obr. 35: Časti prípravku pripravené na montáž

1. Krok

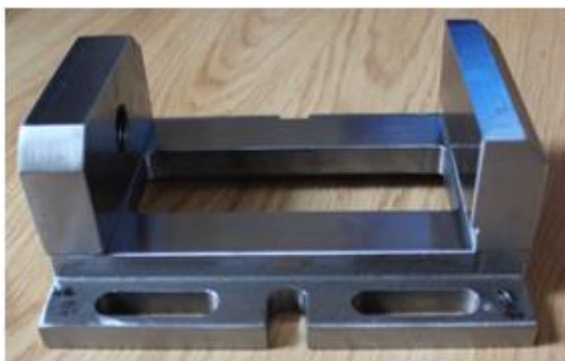
V tomto kroku bola pripravená podstava a k nej priskrutkovaná prvá čeľusť. Použité boli dve imbusové skrutky, M8 x 20, a imbusový skrutkovač vid' obr. 36.



Obr. 36: Priskrutkovanie statickej čeľuste

2. Krok

Obdobným spôsobom, ako pri prvej čeľusti, bola k podstave priskrutkovaná aj pomocná podstava, ktorou povedie závitová tyč vid' obr. 37.



Obr. 37: Priskrutkovanie pomocnej podstavy

3. Krok

V treťom kroku bola zavedená závitová tyč do pomocnej podstavy vid' obr. 38.



Obr. 38: Zavedenie závitovej tyče

4. Krok

V nasledujúcom kroku bola nasunutá posuvná čeľusť na závitovú tyč M16 a zospodu uchopená zaobleným kolíkom s rozmermi M5 x 30 mm pomocou plochého skrutkovača. Zaoblená časť zapadla do vysústruženej drážky na konci závitovej tyče vid' obr. 39.



Obr. 39: Uchytenie posuvnej čeľuste

5. Krok

Priskrutkovanie úchytu (Podložky) posuvnej čeľuste krížovým skrutkovačom bolo posledným krokom. Použité boli dve skrutky so zápusťou hlavou M6 x 20 mm vid' obr. 40.



Obr. 40: Pripevnenie úchytu posuvnej čeľuste

Prototyp univerzálneho upínacieho prípravku bol následne dokončený a pripravený na povlakovanie vid' obr. 41.



Obr. 41: Konečný vzhľad univerzálneho upínacieho prípravku

3.5 Aplikácia ochranného laku Baufix

Ako prevencia univerzálneho upínacieho prípravku, hlavne pred koróziou, bol použitý ochranný lak. Jeho aplikácia bola poslednou operáciou v praktickej časti.

Aplikovaný ochranný lak v spreji značky Baufix vid' obr. 42.



Obr. 42: Ochranný lak BAUFIX

Nanášanie bolo striekaním zo vzdialenosti minimálne 20 cm. Vrstvy boli tri a boli nanášané z odstupom 5 minút. Úplne vytvrdenie môže trvať aj 2 týždne.

Vlastnosti laku:

- ochrana proti korózii, výborná priľnavosť,
- dobrá plniaca a krycia sila,
- trvalý lesk, odolný farebný odtieň,
- odolnosť voči škrabancom a nárazom,
- odolný proti benzínu, chemikáliám a poveternostným vplyvom,
- použiteľný na hrdzavé, holé alebo starými nátermi opatrené železné kovy,
- nie je potrebný náter,
- veľmi dobre čistiteľný,
- použitie v interiéri i exteriéri.

3.5.1 Finálna podoba univerzálneho upínacieho prípravku

Na konečnom vzhľade prípravku vid' obr. 43 sú nedostatky (hlavne v oblasti závitovej tyče), ktoré sú spôsobené pravdepodobne nevhodným výberom povrchovej úpravy alebo predčasným zaobchádzaním so súčiastkami, na ktorých nebol povlak dostatočne vytvrdený.



Obr. 43: Univerzálny upínací prípravok po nanesení ochranného laku

3.6 Návrhy na zlepšenie

Nová a kvalitnejšia povrchová úprava.

Žiarové zinkovanie - moderný a efektívny spôsob zinkovania, vysoká odolnosť voči rôznym atmosféram. Životnosť povlaku je až 60 rokov (19).

Tepelné spracovanie podstavy a výroba nových čeľustí, ktoré budú tepelne spracované.

Ovplyvnenie mechanických vlastností – pevnosti, tvrdosti, ťažnosti, húževnatosti ale i odolnosti voči opotrebeniu (14, s. 180 – 182).

Závitová tyč s trapézovým závitom.

Výhodou je hrubý závit, veľakrát sa využíva pri projektoch, kde je využívaná „vyššia“ rýchlosť závitú v zrovnaní s metrickým závitom (20).

4 TECHNICKO – EKONOMICKÉ ZHODNOTENIE

V nasledujúcej časti bakalárskej práce je predstavené technicko-ekonomické zhodnotenie univerzálneho upínacieho prípravku.

Toto zhodnotenie pozostáva s výpočtu nákladov na výrobu prípravku v porovnaní s nacením výroby od firmy Metaltrim s. r. o. a cenami, za ktoré sa podobný upínací prípravok predáva na stránkach VERKO (E-shop).

„Hlavným kritériom pri hodnotení výrobných postupov je zvyšovanie produktivity práce pri neustálom znižovaní nákladov.“ (13, s. 145)

Na dnešné obrábacie stroje sú kladené rozmanité požiadavky. Jedným z najviac skloňovaným problémom sú náklady a ich znižovanie. Zníženie je možné dosiahnuť výberom priaznivejších nástrojov i rezných podmienok, teda skrátením strojných časov. Ďalšia možnosť je skrátenie vedľajších časov. Toto šetrenie nastane zakúpením zriaďovacích strojov – umožňujú merať nástroj súčasne s tým ako CNC stroj ďalej vyrába (8).

4.1.1 Údaje potrebné výpočtu celkových nákladov na výrobu prípravku

Náklady na polotovar:

V tab. 4 sú rozpísané ceny za jednotku použitých materiálov, ocelí. Jednotku materiálu predstavuje rozmer nakúpeného materiálu (ocel'ová doska) v celku v mm.

Tab. 4: Cena za materiál

Oceľ	Rozmer [mm]	Cena [EUR]	Cena [CZK]	Cena podľa firmy
11 373	200 x 20 x 1000	29,27	773,19	Dama spol. s r. o.
12 050	200 x 20 x 1000	28,52	753,50	Derometal s. r. o.

V nižšie uvedenej tab. 5 sa nachádzajú údaje o rozmeroch polotovaru potrebného na výrobu jednotlivých dielov. Tieto rozmery zahŕňajú aj materiál, ktorý bol odoberaný, čiže odpad.

Tab. 5: Rozmery polotovarov

Názov dielu	Rozmer polotovaru [mm]
Podstava	115 x 20 x 160
Pomocná podstava	80 x 20 x 42
Posuvná čeľusť	80 x 20 x 42
Statická čeľusť	80 x 20 x 42
Úchyt posuvnej čeľusti (Podložka)	25 x 8 x 52

Výpočet celkových nákladov na použitý materiál

Celkové náklady na použitý materiál v tab. 6 predstavujú finančné prostriedky vynaložené na nákup materiálu, ktorý bol použitý v objeme podľa rozmerov uvedených v tab. 5 na výrobu dielov univerzálneho upínacieho prípravku. Náklady na nákup materiálu boli tiež prepočítané z CZK na EUR.

$$N \text{ na použitý materiál} = \frac{\text{Cena za jednotku}}{\text{Objem materiálu}} * \text{objem polotovaru} \quad [\text{EUR}] \quad (7)$$

$$CN_{\text{Mat}} = \sum N \text{ na použitý materiál} \quad [\text{EUR}] \quad (8)$$

Kde: CN_{Mat} – Celkové náklady na použitý materiál [EUR]

Tab. 6: Celkové náklady na použitý materiál, oceľ

Diel	Materiál	Objem materiálu [mm ³]	Objem polotovaru [mm ³]	Cena za jednotku [EUR]	N na použitý materiál [EUR]
Podstava	Oceľ 11 373	4000000	368000	29,27	2,69
Pomocná podstava	Oceľ 11 373	4000000	67200	29,27	0,49
Posuvná čeľusť	Oceľ 12 050	4000000	67200	28,51	0,48
Statická čeľusť	Oceľ 12 050	4000000	83200	28,52	0,59
Úchyt čeľuste	Oceľ 11 373	4000000	10400	29,27	0,08
CN_{Mat} [EUR]:					4,33

Objem materiálu – objem celej oceleovej dosky v mm³ (Podľa rozmerov v Tab. 5).

Objem polotovaru – objem časti oceleovej dosky v mm³ (Podľa rozmerov v Tab. 5), z ktorej bude pomocou daných obrábacích technológií vyrobený konkrétny diel.

Cena za jednotku – cena za jednotku materiálu, čiže za 4.000.000 mm³.

Sadzby obrábacích strojov [EUR/hod]

Z dôvodu, že bol univerzálny upínací prípravok vyrábaný na dvoch miestach, vo výpočtoch sú použité aj dva typy sadzieb strojov tab. 7. Pre určenie sadzby na počítanie podľa miesta výroby je v tab. 8 rozdelené, na ktorom mieste a na akom stroji prebiehal proces obrábania danej súčasti.

Prepočet sadzby laboratória FSI z CZK na EUR: Konvenčné stroje = $\frac{250}{26,42}$ [EUR/hod] (9)

Ručné stroje = $\frac{150}{26,42}$ [EUR/hod]. (10)

Tab. 7: Sadzby strojov

	Konvenčné stroje [EUR/hod]	Ručné stroje [EUR/hod]
Laboratórium FSI	9,46	5,68
Dielňa SOŠ NO	10,00	-

Tab. 8: Miesto výroby dielu danou technológiou

Technológia	Stroj	Miesto výroby
Frézovanie	Frézka 6T12-1	SOŠ NO
Vŕtanie	Frézka FNK 25	FSI
Frézovanie	Frézka FNK 25	FSI
Sústruženie	Sústruh SV 18 RD	FSI
Brúsenie	Brúska BRH 20 PR	FSI

Mzdy pracovníkov obsluhujúcich obrábacie stroje

Mzdy pracovníkov tab. 9 boli odvodené od mzdy pracovníka firmy Hern, s.r.o., ktorá sa zaoberá strojárskou výrobou, pracovník (živnostník) dostáva v priemere 5 EUR/hod. Mzda, s ktorou bolo počítané, je navýšená takmer o 1,5 EUR/hod z dôvodu, že univerzálny upínací prípravok je prototyp a k jeho výrobe boli potrební špecializovaní pracovníci.

Tab. 9: Mzdy pracovníkov

Štát	Mzda [EUR/hod]	Mzda [CZK/hod]
SR	6,43	169,88
ČR	6,43	170,00

Kurz

Všetky ceny boli z CZK prepočítavané na EUR kurzom NBS (Národnej banky Slovenska) zo dňa 16.5. 2017 vid' tab. 10.

Dostupné na: http://www.nbs.sk/sk/statisticke-udaje/kurzovy-listok/kalkulacka/_CZK/2017-05-16/g

Tab. 10: Kurz EUR/CZK

Kurz ku dňu:	EUR	CZK
16.5.2017	1	26,42

Nakupované položky

V Tab. 11 sú zobrazené náklady na položky, ktoré neboli vyrobené ani v laboratóriu FSI, ani v SOŠ Námestovo. Tieto položky boli nakúpené, a to konkrétne v podniku Feron, a.s.

Tab. 11: Outsourcingované položky

Položka	Počet ks	Cena za [EUR]	Celková cena [EUR]
Závitová tyč M16 x 150 mm	1	0,61	0,61
Imbusová skrutka M8 x 20 mm	4	0,11	0,45
Skrutka so zápusťou hlavou M6 x 20	2	0,05	0,10
Kolík M5 x 30 mm	1	0,04	0,04
Ochranný lak	1	2,27	2,27
Spolu CN_N [EUR]:			3,48

Kde: CN_N – celkové náklady na nakupovaný materiál [EUR].

Náklady na strojnú a ručnú výrobu

$$N \text{ na strojnú a ručnú výrobu} = \text{Výrobný čas} * \text{sadzba stroja} \quad [\text{EUR}] \quad (11)$$

$$CN_V = \sum N \text{ na strojnú a ručnú výrobu} \quad (12)$$

Kde: CN_V – celkové náklady na strojnú a ručnú výrobu [EUR],

N – náklady [EUR],

Σ – súčet.

Mzdové náklady na výrobu

$$\text{Mzdové } N \text{ na výrobu} = \text{Výrobný čas} * \text{mzda pracovníka} \quad [\text{EUR}] \quad (13)$$

$$CN_M = \sum \text{Mzdové } N \text{ na výrobu dielu} \quad [\text{EUR}] \quad (14)$$

Kde: CN_M – celkové mzdové náklady na výrobu [EUR],

N – náklady [EUR],

Σ – súčet.

Výsledky výpočtov nákladov kapitol 4.1.1 a 4.1.2 sú uvedené vid' tab. 12. Grafické znázornenie výrobného času vid'. graf 1.

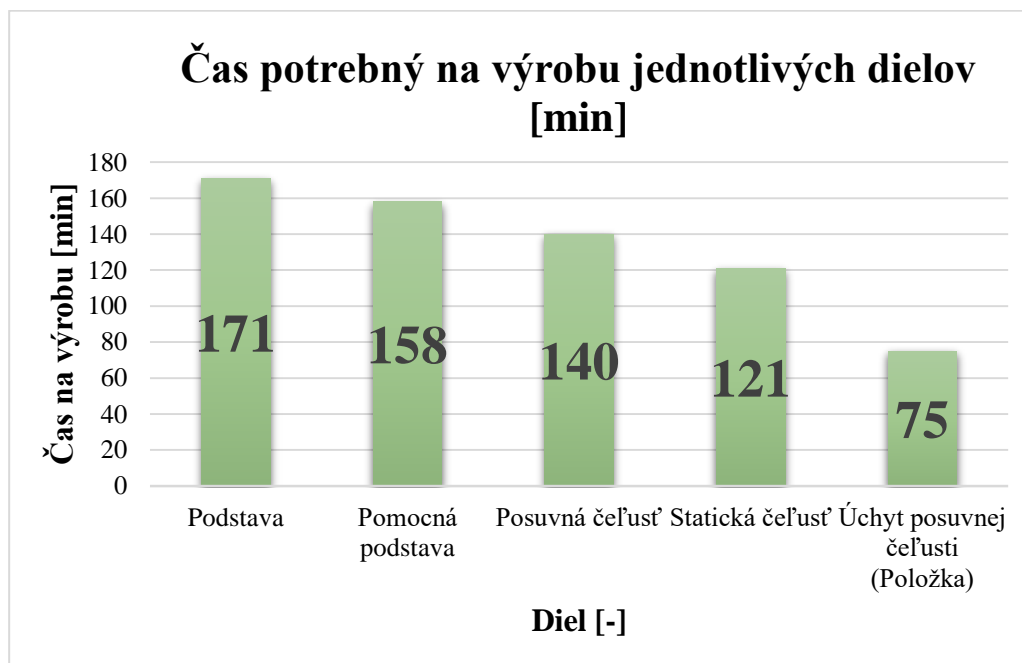
Tab. 12: Náklady na strojnú a ručnú výrobu a mzdové náklady

Diel	Výrobný čas [min]	N na strojnú a ručnú výrobu [EUR]		Mzdové N na výrobu [EUR]	
Podstava	171	27,13		18,33	
Pomocná podstava	158	25,34		11,9	
Posuvná čeľusť	140	22,59		8,9	
Statická čeľusť	121	19,5		7,94	
Úchyt posuvnej čeľusti	75	11,83		8,04	
Σ	659	CN _V [EUR]:	106,39	CN _M [EUR]:	55,12

Kde: CN_M – celkové mzdové náklady na výrobu [EUR],

CN_V – celkové náklady na strojnú a ručnú výrobu [EUR],

Σ – súčet.



Graf 1: Čas potrebný na výrobu jednotlivých dielov

4.1.2 Výpočet celkových nákladov na výrobu univerzálneho upínacieho prípravku

Celkové náklady sú súčtom všetkých čiastkových nákladov vynaložených na výrobu prípravku. Výpočet:

$$CN_P = CN_{Mat} + CN_N + CN_V + CN_M \text{ [EUR]} \quad (15)$$

$$CN_P = 3,48 + 4,33 + 106,39 + 55,12$$

$$\mathbf{CN = 169,32 \text{ EUR}}$$

Kde: CN_V – celkové náklady na strojnú a ručnú výrobu [EUR],

CN_M – celkové mzdové náklady na výrobu [EUR],

CN_N – celkové náklady na nakupovaný materiál [EUR],

CN_{Mat} – Celkové náklady na použitý materiál [EUR].

Predaj s 30%-ným ziskom: $Predajná \text{ cena} = CN_P * 1,30$ [EUR] (16)

$$Predajná \text{ cena} = 169,32 * 1,30$$

$$\mathbf{Predajná \text{ cena} = 220,16 \text{ EUR}}$$

Záver: Z tohto výpočtu teda vyplýva, že celkové náklady na výrobu jedného kusa prototypu univerzálneho upínacieho prípravku sú 169,32 EUR. V prípade, že by sa uvažoval predaj prípravku s 30 % ziskom, jeho cena by bola 220,16 EUR.

4.1.3 Porovnanie cien:

Pre porovnanie cien bol z E-shopu VERKO vybratý príručný zverák DPV 3-W s rozmermi najviac sa približujúcimi k rozmerom prípravku vlastného spracovania. Ocenenie firmou Metaltrim s. r. o. vid' príloha. 2.

Porovnanie prebehlo v dvoch variantoch:

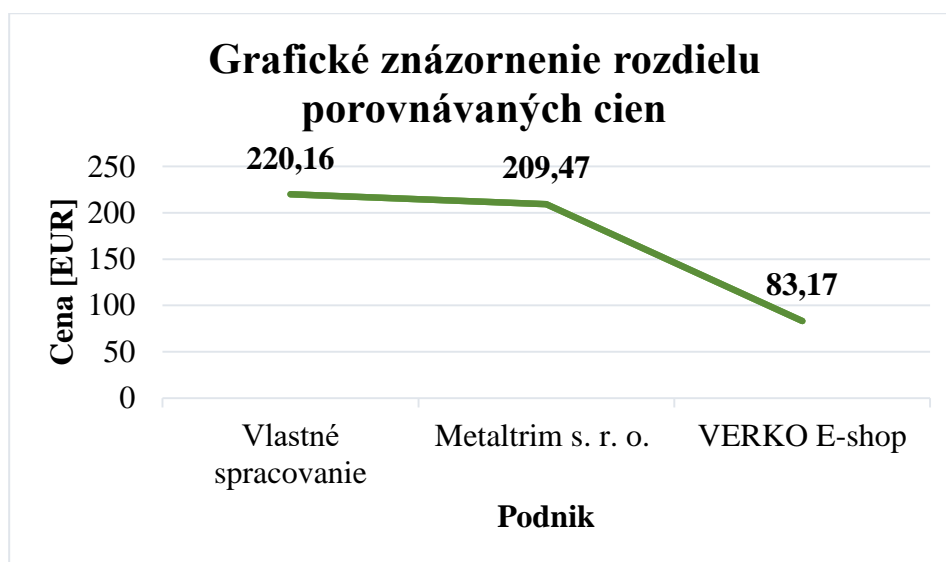
1. **Variant** – grafické znázornenie porovnávaných cien graf 2.
2. **Variant** – percentuálne porovnanie cien graf 3.

Percentuálne porovnanie ceny Metaltrim s. r. o. a Verko voči vlastnému spracovaniu prebehlo prostým delením. Výsledné číslo bolo prevedené na percentá (%).

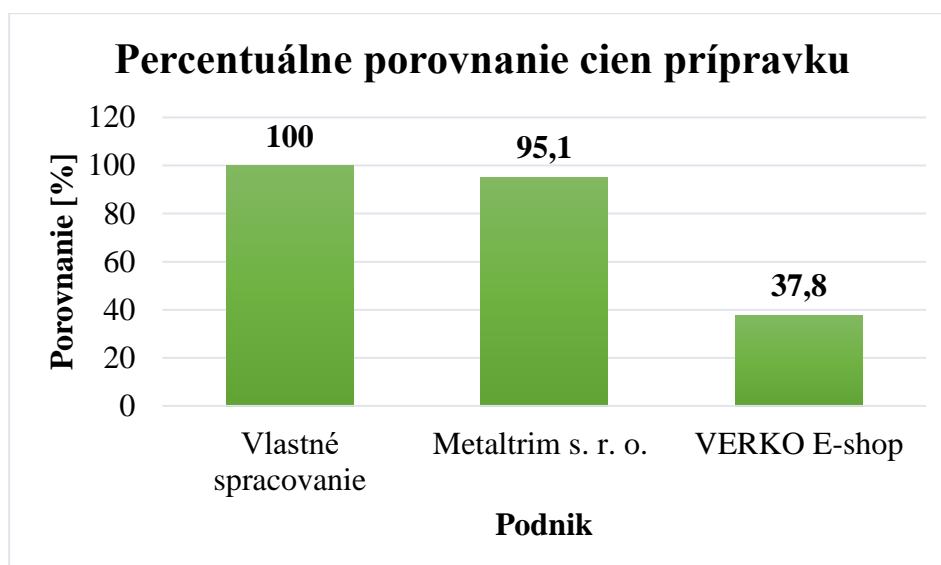
Tab. 13: Porovnanie cien pripravkov

Podnik	Vlastné spracovanie	Metaltrim s. r. o.	VERKO E-shop*
Cena [EUR]	220,16	209,47	83,17
Zhodnotenie ceny	-	-	Najvýhodnejšie
Percentuálny podiel voči vlastnému spracovaniu [%]	100	95,1	37,8

*v cene nie je zarátané poštovné a balné.



Graf 2: Grafické znázornenie porovnávaných cien



Graf 3: Percentuálne porovnanie cien prípravku

4.1.4 Finálne zhodnotenie:

Porovnanie cien upínacích prípravkov v tab. 20 a graf 2 až 3, jasne poukazuje na to, že internetový predajca VERKO ponúka daný prípravok za najnižšiu cenu, a to z dôvodu, že je produktom sériovej výroby. Oproti nemu stojí univerzálny upínací prípravok vlastnej výroby a ocenenie firmou Metaltrim s. r. o, kde sa fixné náklady nerozdeľujú medzi všetky vyprodukované kusy.

V konečnom prípade je pre malú dielňu stále najvýhodnejší univerzálny upínací prípravok vlastného spracovania, ktorý je prototyp a je špeciálne vyrábaný pre túto dielňu v rozmeroch a kvalitatívnych nárokov požadovaných majiteľom dielne. I keď je ocenenie firmou Metaltrim s. r. o. lacnejšie, nezahŕňa sústruženie uchytienia závitovej tyče a v cene nie je zahrnutý náklad na ochranný lak.

ZÁVER

Zámerom bakalárskej práce bolo dosiahnuť stanovené ciele. Hlavným cieľom bakalárskej práce bol návrh, výroba a montáž univerzálneho upínacieho prípravku s využitím trieskových technológií obrábania.

V teoretickej časti sú rozobraté jednotlivé technológie obrábania, sústruženie, frézovanie, vŕtanie, brúsenie, tepelné spracovanie, využívané aj pri výrobe univerzálnych upínacích prípravkov. Ďalej sú popísané upínacie prípravky ako také, a tiež ich využitie. Teoretická časť bola zakončená informáciami o povrchovej úprave a využívaných povlakoch.

Gro bakalárskej práce tvorí praktická časť, v ktorej bol popísaný proces dosahovania stanovených cieľov. Popis vytvárania prvých papierových návrhov bol v spolupráci s majiteľom, ktorý predkladal svoje podmienky k výrobe, a tie sa stali základom pre finálny návrh univerzálneho upínacieho prípravku v 3D CAD programe SolidWorks. Na základe posúdenia parametrov a využitia daných súčiastok bol vybraný z návrhov najvhodnejší variant súčiastky.

Súčiastky narysované vo forme 3D boli následne prevedené na výkresy, ktoré zaslúžili k výrobe prípravku. Výroba prebiehala pod vedením odborníkov na Strednej odbornej škole Technickej v Námestove a vo výukovom laboratóriu Fakulty strojného inžinýrství, Vysokého učení technického v Brne. Vyrábané časti univerzálneho upínacieho prípravku boli vyrobené z konštrukčných ocelí 11 373 a 12 050, ostatné časti boli nakúpené v podniku Feron, a. s.

Po konzultácii s majiteľom a odborníkom laboratória technológií obrábania bolo rozhodnuté, že nateraz nebudú súčiastky univerzálneho upínacieho prípravku tepelne opracované, nakoľko sa v tejto fáze uvažuje upínanie mäkkých materiálov a neskôr sa uvažuje výroba nových, tepelne opracovaných, čelustí vid' kapitola 3.6 Návrhy na zlepšenie.

Nakoľko je daný upínací prípravok univerzálny, jeho využitie pri upínaní, umiestňovaní či nastavovaní je široké a stane sa nenahraditeľnou pomocou pri obrábaní materiálov v dielni.

V technicko – ekonomickom zhodnotení prebehlo porovnanie výrobnéj ceny prípravku vlastného spracovania s cenami od firmy Metaltrim s. r. o. a internetového predajcu VERKO.

Internetový predajca VERKO ponúka upínací prípravok za najnižšiu cenu, stále je pre dielňu najvýhodnejší prípravok vlastného spracovania. Cena prípravku predajcu VERKO je uvedená bez poštovného, balného a aj keď bol vyhľadávaný prípravok, ktorý by presne spĺňal požiadavky majiteľa dielne, v daných rozmeroch v ponuke nebol. Cena firmy Metaltrim s. r. o. bola druhou najnižšou cenou no bolo potrebné uvažovať to, že v tejto cene nebolo zahrnuté sústruženie zakončenia nakupovanej závitovej tyče, určeného na uchytienie k posuvnej čeľusti, a taktiež chýbala cena za povrchovú úpravu.

Zo zhodnotenia teda vyplýva, že najvýhodnejším variantom je pre domácu dielňu univerzálny upínací prípravok vlastného spracovania.

V závere je teda možné konštatovať, že všetky ciele bakalárskej práce boli splnené.

ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- (1) KOCMAN, K., PROKOP, J. *Technologie obrábění*. 1. vyd. Brno: CERM, 2002. 270 s. ISBN 80-214- 1996-2.
- (2) KUNC, Antonín. *Soustružení: zákony řezání, řezné nástroje a jejich práce*. 2. vydání. Praha: Práce, 1951. Technické příručky Práce
- (3) Praha: Sandvik Coromant, 2005.
- (4) FREMUNT, Marcel, Vladimír KREJNÝ a Miroslav ZDAŘIL. *Konstrukce přípravků: přípravky upínací*. / II. díl. Praha: SNTL, 1960, 319 s.
- (5) NAD, Milan a Ladislav ROLNIK. *Modification of Modal Characteristics of Machining Tool Body by Reinforcement with Non-Uniform Cross-Section. Applied Mechanics and Materials* [online]. 2014, 474 s. (Novel Trends in Production Devices and Systems), 309-314 [cit. 2016-11-01]. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.474.309. ISSN 1660-9336. Dostupné z: <http://search.proquest.com.ezproxy.lib.vutbr.cz/docview/1473910258/fulltextPDF/E54F35B928A44AB4PQ/1?accountid=17115>
- (6) KOCMAN, Karel. *Technologické procesy obrábění*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011, 330 s. ISBN 978-80-7204-722-2.
- (7) HUMÁR, Anton. *Technologie I - Technologie obrábění - 1. Část*. [online]. Studijní opory pro magisterskou formu studia. Brno: VUT FSI, Ústav strojírenské technologie. 2003. [vid. 2016-03-10]. Dostupné z: http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TI_TO-1cast.pdf
- (8) BĚLÍN, Z. Seřizovací přístroje BDM přinášejí nejen úspory vedlejších časů, *MM Průmyslové spektrum*. Praha: Vogel Publishing, 1997-. ISSN 1212-2572.
- (9) FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. *Teorie obrábění, tváření a nástroje*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006, 225 s. ISBN 80-214-2374-9.
- (10) DRIENSKY, Dušan a Jozef ZONGOR. *Strojové obrábanie II: vŕtanie pre 3. ročník SOU študijného odboru mechanik-nastavovač (01-34-2) a učebného odboru obrábač kovov (03-6)*. Bratislava: Alfa, 1988. Edícia strojárскеj literatúry (Alfa), 128 s.
- (11) DRIENSKY, Dušan a Terézia LEHMANNOVÁ. *Strojové obrábanie II: sústruženie pre 3. ročník SOU študijného odboru mechanik-nastavovač a učebného odboru obrábač kovov*.

2. vyd. Bratislava: Alfa, 1991. Edícia strojárskiej literatúry (Alfa). ISBN 80-05-00634-9, 136 s.
- (12) CHVÁLA, Břetislav a Josef VOTAVA. *Přípravky*. Praha: SNTL;Alfa, 1988, 275 s
- (13) HLUCHÝ, Miroslav a Václav HANĚK. *Strojírenská technologie 2. 2.*, upr. vyd. Praha: Scientia, 2001. ISBN 80-7183-245-6.
- (14) FISCHER, Ulrich. *Základy strojnictví*. Praha: Europa-Sobotáles, 2004. ISBN 80-86706-09-5.
- (15) MICHNA, Štefan, Jarmila TRPČEVSKÁ a Iva NOVÁ. *Strojírenská technologie*. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, 2012. ISBN 978-80-7414-501-8.
- (16) VIGNER, Miloslav. *Obrábění*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1984. Technický průvodce.
- (17) NESLUŠAN, Miroslav. *Dynamické aspekty brúsenia kovov*. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 2008. Vedecké monografie. ISBN 978-80-8070-857-3.
- (18) WALKER, John R. a Bob DIXON. *Machining fundamentals*. 9th ed. Tinley Park, IL: Goodheart-Willcox Company, c2014. ISBN 978-1-61960-209-0.
- (19) ŽIVČÁK, Marek. *Možnosti finalizačných úprav strojársky výrobkov: Finalizačné úpravy* [online]. [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://www.sjf.tuke.sk/inmf/NW/moznosti/roztavenekovy.html>
- (20) INIZIO Internet Media. *Trapézové tyče ocelové* [online]. OBCHODPRODILNU.CZ. 2017 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://www.obchodprodilnu.cz/tyc-trapezova-din-103-pravy-zavit-ocel-c15-0580.html>
- (21) BOOTHROYD, G. (Geoffrey) a Winston KNIGHT. *Fundamentals of machining and machine tools*. 3rd ed. Boca Raton: Taylor, 2005, 573 s. ISBN 1-57444-659-2.
- (22) LEINVEBER, Jiří a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 5., upr. vyd. Úvaly: Albra, 2011. ISBN 978-80-7361-081-4.
- (23) ŘASA, Jaroslav a Josef ŠVERCL. *Strojnické tabulky: pro školu a praxi*. Praha: Scientia, 2007. ISBN 978-80-86960-20-3.

(24) VLÁČILOVÁ, Hana, Milena VILÍMKOVÁ a Lukáš HENCL. *SolidWorks*. Brno: Computer Press, 2006, 319 s., 1 elektronický optický disk (CD-ROM). ISBN 80-251-1314-0

(25) 3D Cad Design Software: *SOLIDWORKS. Student Edition Software* [online]. ©2017 Dassault Systemes SolidWorks Corporation [cit. 2017-05-15]. Dostupné z: <http://www.solidworks.com/sw/industries/education/student-edition.htm>

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV

v_c	rezná rýchlosť
v_f	posuvná rýchlosť
f	posuv na otáčku
n	otáčky/ otáčky vretena
z	počet zubov
f_z	posuv na zub
D	priemer obrobku
D_c	priemer vrtáka
MTW	Material-tool-workpiece (materiál – nástroj – obrobok)
NŽ	normalizačné žihanie
ŽM	žihanie na mätko
K	kalenie
N	náklady
CN	celkové náklady
N_T	náklady na technológiu
N_M	náklady na mzdy
N_N	náklady na nakupované položky
N_{Mat}	náklady na materiál
2D/3D	dvojrozmerný/ trojrozmerný
CAD	počítačom podporovaný návrh/ automatizované projektovanie
CNC	číslicovo riadené stroje
SOŠ NO	Stredná odborná škola technická Námestovo
FSI	Fakulta strojního inženýrství

ZOZNAM TABULIEK

Tab. 1: Závitníky	19
Tab. 2: Vlastnosti a použitie vybraných materiálov	41
Tab. 3: Kusovník univerzálného upínacieho prípravku	44
Tab. 4: Cena za materiál	50
Tab. 5: Rozmery polotovarov	51
Tab. 6: Celkové náklady na použitý materiál, oceľ	51
Tab. 7: Sadzby strojov	52
Tab. 8: Miesto výroby dielu danou technológiou	52
Tab. 9: Mzdy pracovníkov	53
Tab. 10: Kurz EUR/CZK	53
Tab. 11: Outsoarcované položky	54
Tab. 12: Náklady na strojnú a ručnú výrobu a mzdové náklady	55
Tab. 13: Porovnanie cien prípravkov	57

ZOZNAM GRAFOV

Graf 1: Čas potrebný na výrobu jednotlivých dielov	55
Graf 2: Grafické znázornenie porovnávaných cien	57
Graf 3: Percentuálne porovnanie cien prípravku	58

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1: Základné plochy na obrobníku	13
Obr. 2: Ostríe a plochy na reznej časti sústružníckeho noža 1 – stopka; 2 – základňa; 3 – rezná časť; 4 – špička; S – nástrojové hlavné ostríe; S' - nástrojové vedľajšie ostríe; A γ 1 – prvé hlavné čelo; A γ 2 – druhé hlavné čelo; A α 1 – prvý hlavný chrbát; A α 2 – d	14
Obr. 3: Vybrané tvary triesok	16
Obr. 4: Základné operácie na sústruhu	17
Obr. 5: Rezanie závitú sústružníckym nožom	18
Obr. 6: Valcové frézovanie a) súbežné, b) protibežné	21
Obr. 7: Zhlbovanie v dvoch osách	21
Obr. 8: Rezné podmienky procesu vrtania	22
Obr. 9: Podstava - pohľad zhora a profil	29
Obr. 10: Čel'usť s vymeniteľnými, kalenými doštičkami	30
Obr. 11: Čel'usť vyfrézovaná do požadovaného tvaru.....	30
Obr. 12: Pomocná podstava	31
Obr. 13: Statická čel'usť	31
Obr. 14: Posuvná čel'usť	31
Obr. 15: Úchyt posuvnej čel'uste	32
Obr. 16: Závitová tyč A	32
Obr. 17: Závitová tyč B	32
Obr. 18: Závitová tyč C	32
Obr. 19: Finálny návrh prípravku	33
Obr. 20: Úvodná strana programu	34
Obr. 21: Ponuka: New SolidWorks Document	35
Obr. 22: Hlavné menu kategórie Sketch	35
Obr. 23: Modelovanie a využívanie kót	36
Obr. 24: Hlavné menu kategórie Features	36
Obr. 25: 3D súčasť	37
Obr. 26: Diery pripravené na vyrezanie	38
Obr. 27: Vyrezaná súčasť	38
Obr. 28: Dotváranie finálneho tvaru prípravku	39
Obr. 29: Rysovanie závitových dier	39
Obr. 30: Finálny vzhl'ad návrhu prípravku	40

Obr. 31: Frézka 6T12-1 od ruskej firmy Stankopoint	42
Obr. 32: Frézka FNK 25	42
Obr. 33: Sústruh SV 18 RD	43
Obr. 34: Brúska BRH 20 PR	43
Obr. 35: Časti prípravku pripravené na montáž	45
Obr. 36: Priskrutkovanie statickej čel'uste	45
Obr. 37: Priskrutkovanie pomocnej podstavy	46
Obr. 38: Zavedenie závitovej tyče	46
Obr. 39: Uchytenie posuvnej čel'uste	47
Obr. 40: Pripevnenie úchytu posuvnej čel'uste	47
Obr. 41: Konečný vzhl'ad univerzálneho upínacieho prípravku	47
Obr. 42: Ochranný lak BAUFIX	48
Obr. 43: Univerzálny upínací prípravok po nanesení ochranného laku	49

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha 1: Narysované súčiastky prípravku v programe SolidWorks

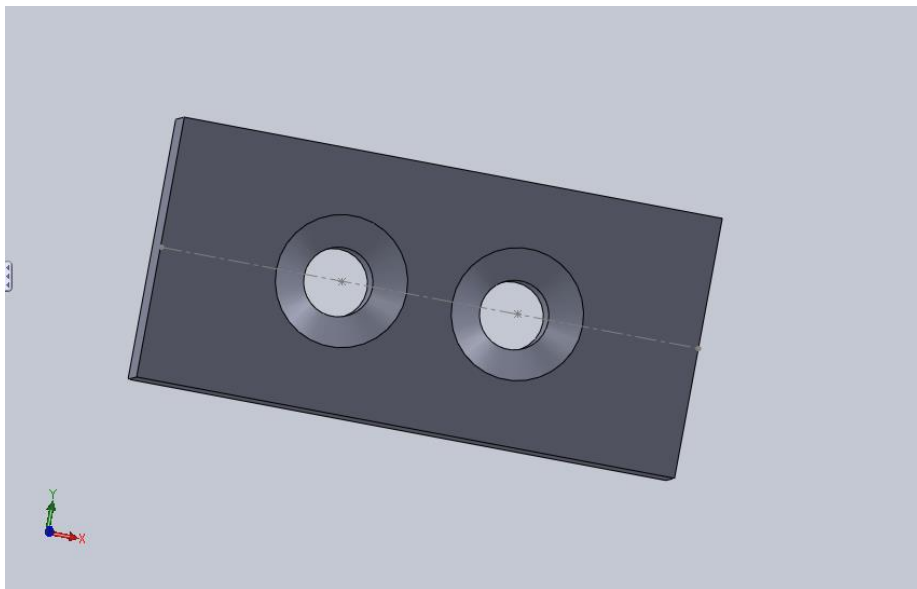
Príloha 2: Ocenenie výroby prípravku firmou Metaltrim s. r. o.

Príloha 3: CD – video z montáže univerzálneho upínacieho prípravku

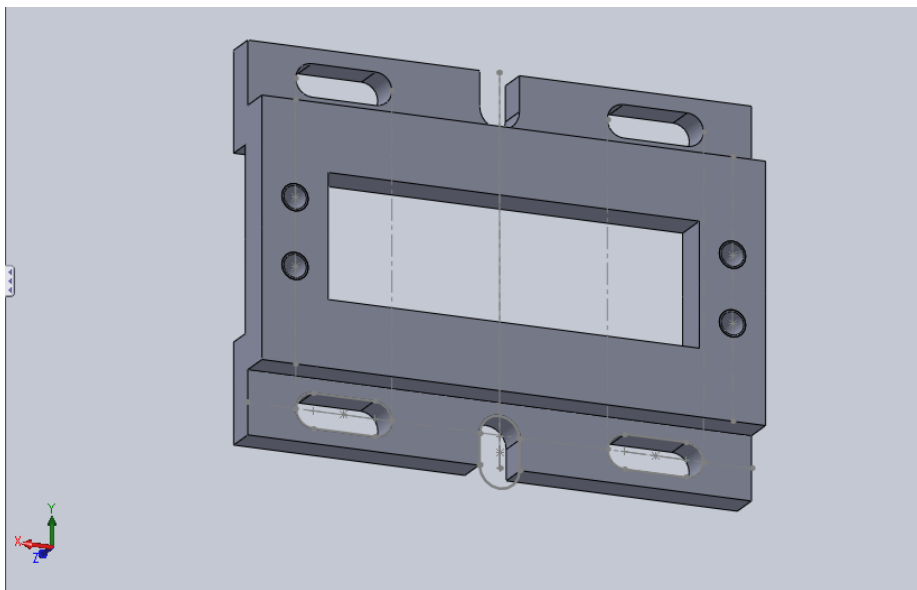
Príloha 4: Výkresy vyrábaných súčastí (Vlastné spracovanie)

Príloha 1: Narysované súčiastky prípravku v programe SlidWorks.

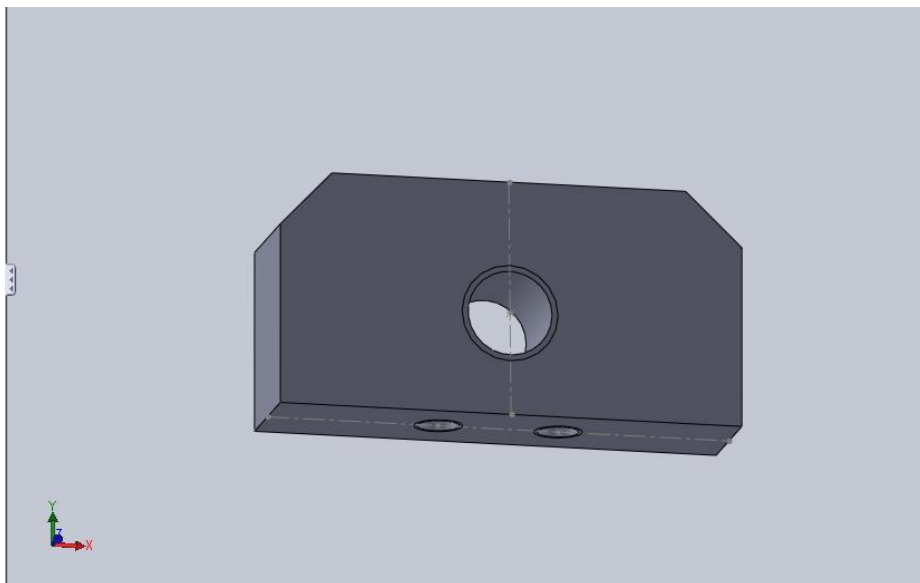
Úchyt posuvnej čeľusti – Podložka.



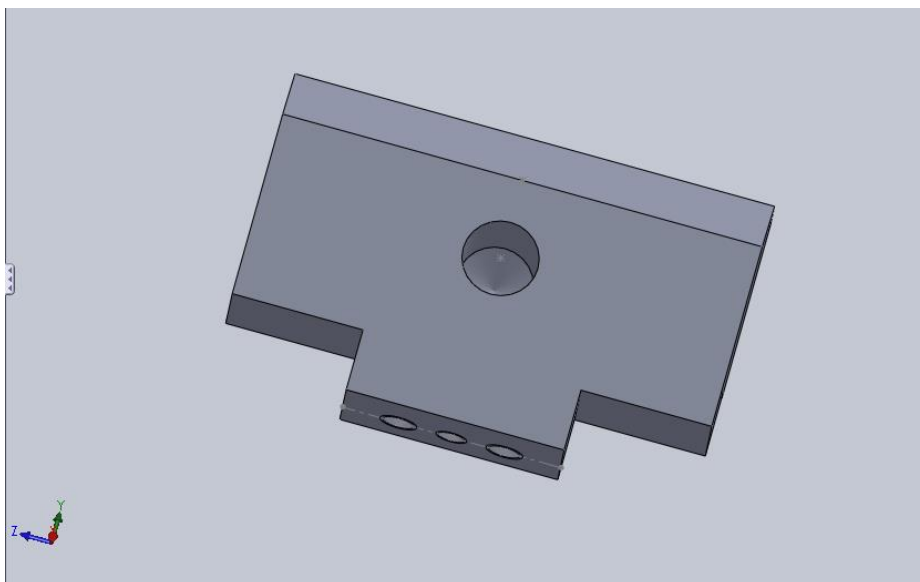
Podstava.



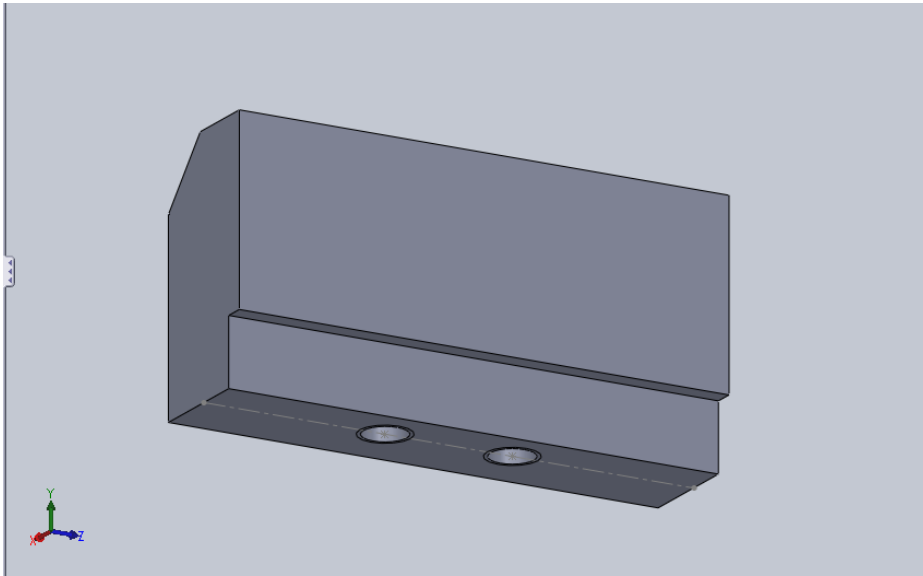
Pomocná podstava.



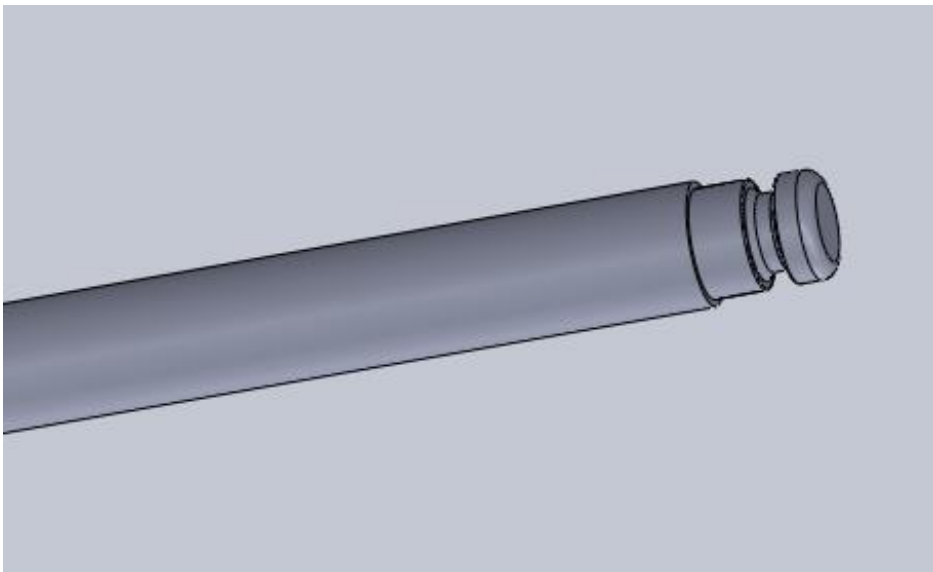
Posuvná čelust'.



Statická čeľusť.



Uchytenie závitovej tyče.



Príloha 2: Ocenenie výroby prípravku firmou Metaltrim s. r. o.

Skratka		eur/min			eur/min
SM	sústruh malý		VC	Vert.centrum	0,4
SV	sústruh veľký		BHU	Brúska	
SVM	sústr. Centrum		FR	Kl. Fréza	
SK	sústruh klasický		VR	Vítačka	
PI	Pílka	0,3	ZAM	Zámočník	0,2

	č.v.	mat.	Počet ks	Polotovár rozmer				EUR/ks	Cena	
				D/š	d/v	L	EUR/kg		Min	Max
1.	podstava	S235JR	1	120	20	160	1,00	3,03	53,96	66,08
2.	statická čel'usť	S235JR	1	40	20	80	1,00	0,51	24,10	29,72
3.	posuvná čel'usť	S235JR	1	50	20	80	1,00	0,63	36,33	44,83
4.	pomocná podstava	S235JR	1	40	20	80	1,00	0,51	30,64	37,82
5.	podložka	S235JR	1	25	8	55	1,00	0,09	25,08	31,03
6.	spolu		1						170,11	209,47

PI		SM			SV			SVM			SK			VC		
rez.čas		nast.	rez		nast.	rez		nast.	rez		nast.	rez		nast.	Oprac.	
5	1,5			0			0			0			0	90	27	46,8
2,5	0,75			0			0			0			0	45	8,8	21,52
4	1,2			0			0			0			0	70	11,5	32,6
3	0,9			0			0			0			0	60	9	27,6
2	0,6			0			0			0			0	50	7,5	23
	0			0			0			0			0			0

BHU			FR			VR			ZAM	koop	Pracnosť	
nast.	rez		nast.	rez		nast.	rez				Min 1,05	Max1,3
		0			0			0	1	0,2	50,93	63,05
		0			0			0	1	0,2	23,59	29,21
		0			0			0	1	0,2	35,70	44,20
		0			0			0	1	0,2	30,14	37,31
		0			0			0	1	0,2	24,99	30,94